



TUGAS AKHIR - TM 141585

**PERENCANAAN PEKERJAAN COMBUSTION
INSPECTION UNTUK MEMPERPENDEK DURASI
SHUTDOWN TURBIN GAS MS-6001-B GE
DI PT. PETROKIMIA GRESIK**

WAHYU AGUS TRIANTO
NRP. 2114 105 024

Dosen Pembimbing
Ir. Witantyo, M.Eng,Sc.

PROGRAM SARJANA
LABORATORIUM SISTEM INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2016



FINAL PROJECT - TM 141585

**WORK PLANNING FOR COMBUSTION
INSPECTION TO SHORTEN THE SHUTDOWN
DURATION OF GAS TURBINE MS-6001-B GE
IN PT. PETROKIMIA GRESIK**

WAHYU AGUS TRIANTO
NRP. 2114 105 024

Academic Advisor
Ir. Witantyo, M.Eng.Sc

BACHELOR DEGREE PROGRAM
INDUSTRIAL SYSTEMS LABORATORY
MECHANICAL ENGINEERING DEPARTMENT
INDUSTRIAL TECHNOLOGY FACULTY
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY
SURABAYA
2016

LEMBAR PENGESAHAN

PERENCANAAN PEKERJAAN *COMBUSTION* INSPECTION UNTUK MEMPERPENDEK DURASI *SHUTDOWN* TURBIN GAS MS-6001-B GE DI PT.PETROKIMIA GRESIK

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Mesin
Pada
Bidang Studi Manufaktur
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Mesin
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Oleh :

Wahyu Agus Trianto
NRP . 2114 105 024

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. Ir. Witantyo, M.Eng, Sc.
(NIP. 19630314 198803 1 002)..... (Pembimbing)
2. Dr. Eng. Sutikno, ST, MT
(NIP. 19740703 200003 1 001)..... (Penguji 1)
3. Indra Sidharta, ST, M.Sc.
(NIP. 19800619 200604 1 004)..... (Penguji 2)
4. Dinny Harnany, ST, M.Sc.
(NIP. 2100201405001)..... (Penguji 3)

**SURABAYA
JULI 2016**

**PERENCANAAN PEKERJAAN COMBUSTION
INSPECTION UNTUK MEMPERPENDEK DURASI
SHUTDOWN TURBIN GAS MS-6001-B GE
DI PT. PETROKIMIA GRESIK**

Nama Mahasiswa : Wahyu Agus Trianto
NRP : 2114 105 024
Jurusan : Teknik Mesin
Dosen Pembimbing : Ir. Witantyo, M.Eng.Sc

ABSTRAK

Combustion inspection (CI) merupakan salah satu jenis perawatan *shutdown maintenance* pada turbin gas MS-6001-B yang dimiliki oleh PT. Petrokima Gresik. Turbin gas dibuat oleh General Electric (GE) ini mampu menghasilkan daya listrik sebesar 33,64 MW. Turbin gas ini mampu memenuhi kebutuhan listrik pabrik dan beberapa fasilitas yang dimiliki perusahaan. Pelaksanaan CI dilakukan setiap 12.000 *running hours*. Pada perencanaan pelaksanaan CI, durasi pengerjaan tidak sesuai dengan kondisi di lapangan. Pelaksana mengalami kendala pada perencanaan yang kurang *detail* dan urutan pekerjaan yang tidak sesuai dengan petunjuk *Original Equipment Manufacturer* (OEM). Pengerjaan CI juga belum memiliki manajemen risiko, padahal pelaksanaannya lebih sering dilakukan dari pada *shutdown maintenance* lainnya.

Perencanaan CI dievaluasi dan dibuat manajemen proyek baru yang lebih sesuai dan *detail* dengan kondisi di lapangan. *Software* manajemen proyek digunakan untuk membantu perencanaan CI. *Critical Path Method* digunakan untuk mencari lintasan kritis dari pelaksanaan CI. Standar ISO 31000 digunakan sebagai acuan membuat manajemen risiko pada pelaksanaan CI dan dengan matrik risiko dapat menentukan langkah pengendalian risiko yang tepat.

Hasil yang didapat pada penelitian ini yaitu perencanaan yang baru sudah memenuhi 5 aspek manajemen proyek, yang

terdiri dari *project scope management*, *project time management*, *project cost management*, *project quality management*, dan *project resource management*. Perencanaan ini sudah *detail* dan mampu mempermudah pelaksana dalam proses perawatan. Kelebihan perencanaan ini mampu memperpendek durasi penyelesaian perawatan 50,86 jam dari 169 jam menjadi 118,14 jam dan penghematan biaya sebesar Rp 635.208.759,00. Risiko proyek telah dianalisis dan yang menjadi sorotan yaitu penanganan pada risiko tinggi dan ekstrim agar risiko tersebut tidak terjadi, karena memiliki dampak yang signifikan terhadap keberhasilan proyek perawatan turbin gas.

Kata Kunci : maintenance turbin gas, combustion inspection, manajemen proyek, manajemen risiko

WORK PLANNING FOR COMBUSTION INSPECTION TO SHORTEN THE SHUTDOWN DURATION OF GAS TURBINE MS-6001-B GE IN PT. PETROKIMIA GRESIK

Name of Student : Wahyu Agus Trianto
NRP : 2114 105 024
Departement : Mechanical Engineering
Academic Advisor : Ir. Witantyo, M.Eng.Sc

ABSTRACT

Combustion inspection (CI) is one kind of shutdown maintenance treatment in gas turbine MS-6001-B owned by PT. Petrokima Gresik. Gas turbines made by General Electric (GE) is capable of generating electrical power of 33.64 MW. The gas turbine is able to meet the electricity needs of the plant and the facilities of the company. CI implementation is done every 12,000 running hours. In planning the implementation of CI duration of the work does not match with the conditions on the field. Executor suffered constraints on the planning which less details and sequence of work that is not in accordance with the instructions of Original Equipment Manufacturer (OEM). The execution of CI also does not have a risk management, even though the implementation is done more often than other maintenance shutdown.

The planning of CI is evaluated and new project management is created which more suitable and detail to the conditions on the field. Project management software used to assist the planning of CI. Critical Path Method is used to find the critical path of the CI execution. ISO 31000 standard is used as a reference to make risk management on the CI execution and the risk matrix can determine the appropriate risk control measures.

The results obtained in this research that the new planning has met five aspects of project management, which consists of

project scope management, project time management, project cost management, project quality management, project resource management. This plan has been detailed and is able to facilitate executor in the treatment process. The advantages of this planning is able to shorten the duration of treatment completion 50.86 hours from 169 hours to 118.14 hours and cost savings of IDR 635,208,759.00. Project risk has been analyzed and the spotlight is handling at high risk and extreme risks that should not happen, because it has a significant impact on the success of gas turbine maintenance projects.

Key words : gas turbine maintenance, combustion inspection, project management, risk management

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN	
ABSTRAK	i
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Batasan Penelitian	6
1.4 Tujuan Penelitian	6
1.5 Manfaat Penelitian	6
1.6 Sistematika Penulisan.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Turbin Gas.....	9
2.2 Prinsip Kerja Sistem Turbin Gas	10
2.3 Komponen Turbin Gas	11
2.3.1 <i>Air Inlet Section</i>	11
2.3.2 <i>Compressor Section</i>	12
2.3.3 <i>Combustion Section</i>	13
2.3.4 <i>Turbine Section</i>	14
2.4 <i>Maintenance Gas Turbine</i>	15
2.5 <i>Shutdown Inspection</i> pada Turbin Gas	17
2.5.1 <i>Combustion Inspection</i>	18
2.6 Manajemen Perawatan	18
2.6.1 <i>Maintenance Planning</i>	19
2.6.2 <i>Coordination</i>	20
2.6.3 <i>Maintenance Scheduling</i>	20
2.6.4 <i>Work Execution</i>	20
2.7 Manajemen Proyek.....	21
2.7.1 Perangkat Lunak Manajemen Proyek	23

2.7.2 <i>Critical Path Method (CPM)</i>	23
2.7.2.1 Teknik Menghitung <i>Critical Path Method</i> ...	26
2.8 Manajemen Risiko	27
2.9 Proses Pengelolaan Risiko.....	28
2.10 Penelitian Terdahulu	34
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Diagram Alir Penelitian.....	37
3.2 Prosedur Penelitian.....	39
3.2.1 Pengamatan Lapangan.....	39
3.2.2 Identifikasi Permasalahan.....	39
3.2.3 Studi Literatur	41
3.2.4 Perumusan masalah, tujuan dan manfaat	41
3.2.5 Pengambilan Data	41
3.2.6 Pengolahan Data.....	42
3.2.7 Pembuatan Manajemen Proyek CI	42
3.2.8 Pembuatan Manajemen Risiko CI	44
3.2.9 Analisis dan Pembahasan	45
3.2.10 Rekomendasi	45
3.2.11 Verifikasi dari Pihak Praktisi.....	45
3.2.12 Kesimpulan	45
3.3 Spesifikasi Turbin Gas	45
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	
4.1 Perencanaan dari Pihak <i>Planner</i> untuk <i>Combustion Inspection</i>	47
4.1.1 Analisis <i>Project Scope Management</i> dari <i>Planner</i>	48
4.1.2 Analisis <i>Project Time Management</i> dari <i>Planner</i> .	50
4.1.3 Analisis <i>Project Cost Management</i> dari <i>Planner</i> ..	53
4.1.4 Analisis <i>Project Quality Management</i> dari <i>Planner</i>	53
4.1.5 Analisis <i>Project Resources Management</i> dari <i>Planner</i>	54
4.2 Perencanaan yang Baru untuk <i>Combustion Inspection</i>	55
4.2.1 Analisis <i>Project Scope Management</i> yang Baru ...	56
4.2.2 Analisis <i>Project Time Management</i> yang Baru.....	60

4.2.3 Analisis <i>Project Cost Management</i> yang Baru	63
4.2.4 Analisis <i>Project Quality Management</i> yang Baru	65
4.2.5 Analisis <i>Project Resources Management</i> yang Baru.....	66
4.3 Perbandingan antara Perencanaan dari Pihak <i>Planner</i> dengan Perencanaan Baru	69
4.4 Manajemen Risiko Perawatan <i>Combustion</i> <i>Inspection</i>	70
4.2.4 Analisis Manajemen Risiko Pelaksanaan <i>Combustion Inspection</i>	71
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	79
5.2 Saran	80
DAFTAR PUSTAKA	81
LAMPIRAN.....	83

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Skala <i>likelihood</i>	32
Tabel 2.2	Skala dampak	33
Tabel 3.1	Spesifikasi turbin gas	46
Tabel 4.1	Hasil analisis perencanaan dari pihak <i>planner</i>	52
Tabel 4.2	Hasil analisis perencanaan yang baru.....	62
Tabel 4.3	Penghematan biaya perawatan	64
Tabel 4.4	Perbandingan antara perencanaa lama dengan yang baru	69
Tabel 4.5	Identifikasi skala dampak risiko	72
Tabel 4.6	Identifikasi skala kemungkinan risiko	73
Tabel 4.7	Kategori level risiko	74

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Turbin Gas MS-6001-B General Electric PT. Petrokimia Gresik	2
Gambar 1.2	<i>Combustion Section</i>	3
Gambar 1.3	Perencanaan pelaksanaan <i>combustion inspection</i>	4
Gambar 1.4	Pelaksanaan <i>combustion inspection</i>	5
Gambar 2.1	<i>A medium-sized industrial gas turbine</i>	9
Gambar 2.2	Prinsip kerja sistem turbin gas.....	11
Gambar 2.3	<i>Combustion system</i>	14
Gambar 2.4	Komponen pada <i>turbine section</i>	15
Gambar 2.5	<i>Shutdown inspection</i>	17
Gambar 2.6	<i>Combustion inspection- key element</i> dari GE.....	18
Gambar 2.7	<i>Node</i> aktivitas proyek.....	25
Gambar 2.8	Jaringan kerja suatu proyek.....	27
Gambar 2.9	<i>Risk Assessment</i> berbasis ISO 31000: 2009	29
Gambar 2.10	Kriteria Risiko.....	34
Gambar 3.1	Diagram alir Penelitian.....	38
Gambar 3.2	Perencanaan pelaksanaan <i>combustion inspection</i> ..	40
Gambar 3.3	Pelaksanaan <i>combustion inspection</i>	41
Gambar 3.4	Diagram alir pembuatan Manajemen Proyek <i>combustion inspection</i> baru	43
Gambar 3.5	Diagram alir pembuatan manajemen risiko <i>combustion inspection</i>	44
Gambar 3.6	Turbin Gas MS-6001-B GE di PT.Petrokimia Gresik	46
Gambar 4.1	Perencanaan perawatan dari pihak <i>planner</i> , mengenai <i>sub deliverable remove combustion accessories</i>	48
Gambar 4.2	<i>Project scope management</i> dari <i>planner</i> , mengenai <i>sub deliverable inspect FWD dan AFT flow sleeve</i>	50
Gambar 4.3	<i>Project time management</i> dari <i>planner</i>	51
Gambar 4.4	<i>Working time turn around Combustion Inspection</i> dari <i>planner</i>	52

Gambar 4.5	<i>Project resources management</i> dari <i>planner</i>	55
Gambar 4.6	Perencanaan yang baru untuk pekerjaan <i>combustion inspection</i>	56
Gambar 4.7	<i>Project scope management</i> yang baru, mengenai tahap persiapan	57
Gambar 4.8	Note Informasi pada <i>sub deliverable</i> pemasangan <i>outer combustion casing</i> dan <i>aft flow sleeves</i>	58
Gambar 4.9	<i>Outer combustion casing</i>	59
Gambar 4.10	<i>Project time management</i> yang baru	61
Gambar 4.11	<i>Working time turn around Combustion Inspection</i> yang baru	62
Gambar 4.12	<i>Project cost management</i> yang baru	64
Gambar 4.13	Hubungan antara <i>resorce</i> dan <i>cost</i> , mengenai pemasangan <i>transition piece</i>	65
Gambar 4.14	<i>Project quality management</i> yang baru	66
Gambar 4.15	<i>Project resources management</i> yang baru	67
Gambar 4.16	Sumber daya manusia yang digunakan dalam perawatan <i>combustion inspection</i> turbin gas	68
Gambar 4.17	Matrik risiko pekerjaan <i>combustion inspection</i>	75

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Turbin Gas MS-6001-B General Electric PT. Petrokimia Gresik	2
Gambar 1.2	<i>Combustion Section</i>	3
Gambar 1.3	Perencanaan pelaksanaan <i>combustion inspection</i>	4
Gambar 1.4	Pelaksanaan <i>combustion inspection</i>	5
Gambar 2.1	<i>A medium-sized industrial gas turbine</i>	9
Gambar 2.2	Prinsip kerja sistem turbin gas.....	11
Gambar 2.3	<i>Combustion system</i>	14
Gambar 2.4	Komponen pada <i>turbine section</i>	15
Gambar 2.5	<i>Shutdown inspection</i>	17
Gambar 2.6	<i>Combustion inspection- key element</i> dari GE.....	18
Gambar 2.7	<i>Node</i> aktivitas proyek.....	25
Gambar 2.8	Jaringan kerja suatu proyek.....	27
Gambar 2.9	<i>Risk Assessment</i> berbasis ISO 31000: 2009	29
Gambar 2.10	Kriteria Risiko.....	34
Gambar 3.1	Diagram alir Penelitian.....	38
Gambar 3.2	Perencanaan pelaksanaan <i>combustion inspection</i> ..	40
Gambar 3.3	Pelaksanaan <i>combustion inspection</i>	41
Gambar 3.4	Diagram alir pembuatan Manajemen Proyek <i>combustion inspection</i> baru	43
Gambar 3.5	Diagram alir pembuatan manajemen risiko <i>combustion inspection</i>	44
Gambar 3.6	Turbin Gas MS-6001-B GE di PT.Petrokimia Gresik	46
Gambar 4.1	Perencanaan perawatan dari pihak <i>planner</i> , mengenai <i>sub deliverable remove combustion accessories</i>	48
Gambar 4.2	<i>Project scope management</i> dari <i>planner</i> , mengenai <i>sub deliverable inspect FWD dan AFT flow sleeve</i>	50
Gambar 4.3	<i>Project time management</i> dari <i>planner</i>	51
Gambar 4.4	<i>Working time turn around Combustion Inspection</i> dari <i>planner</i>	52

Gambar 4.5	<i>Project resources management</i> dari <i>planner</i>	55
Gambar 4.6	Perencanaan yang baru untuk pekerjaan <i>combustion inspection</i>	56
Gambar 4.7	<i>Project scope management</i> yang baru, mengenai tahap persiapan	57
Gambar 4.8	Note Informasi pada <i>sub deliverable</i> pemasangan <i>outer combustion casing</i> dan <i>aft flow sleeves</i>	58
Gambar 4.9	<i>Outer combustion casing</i>	59
Gambar 4.10	<i>Project time management</i> yang baru	61
Gambar 4.11	<i>Working time turn around Combustion Inspection</i> yang baru	62
Gambar 4.12	<i>Project cost management</i> yang baru	64
Gambar 4.13	Hubungan antara <i>resorce</i> dan <i>cost</i> , mengenai pemasangan <i>transition piece</i>	65
Gambar 4.14	<i>Project quality management</i> yang baru	66
Gambar 4.15	<i>Project resources management</i> yang baru	67
Gambar 4.16	Sumber daya manusia yang digunakan dalam perawatan <i>combustion inspection</i> turbin gas	68
Gambar 4.17	Matrik risiko pekerjaan <i>combustion inspection</i>	75

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

PT. Petrokimia Gresik merupakan produsen pupuk yang terlengkap dan terbesar di Indonesia, dengan total kapasitas pabrik 6.177.600 ton/tahun. PT. Petrokimia Gresik adalah perusahaan milik pemerintah, yang memiliki peran sebagai produsen pupuk terlengkap di Indonesia, yaitu dengan memproduksi berbagai macam pupuk, seperti Urea, ZA, SP-36, NPK Phonska, DAP, NPK Kebomas, ZK dan Petroganik. PT. Petrokimia Gresik dituntut untuk selalu mempertahankan serta meningkatkan hasil produksi pupuk, guna menjawab tantangan di era persaingan global yang semakin ketat. Perusahaan selalu dituntut untuk memenuhi kebutuhan pupuk konsumen. Proses perawatan berkala yang tepat serta sesuai petunjuk dari *Original Equipment Manufacturer* (OEM) dilakukan untuk menjaga peralatan produksi tetap berfungsi sebagai mana mestinya, sehingga kapasitas produksi yang diinginkan tetap terjaga.

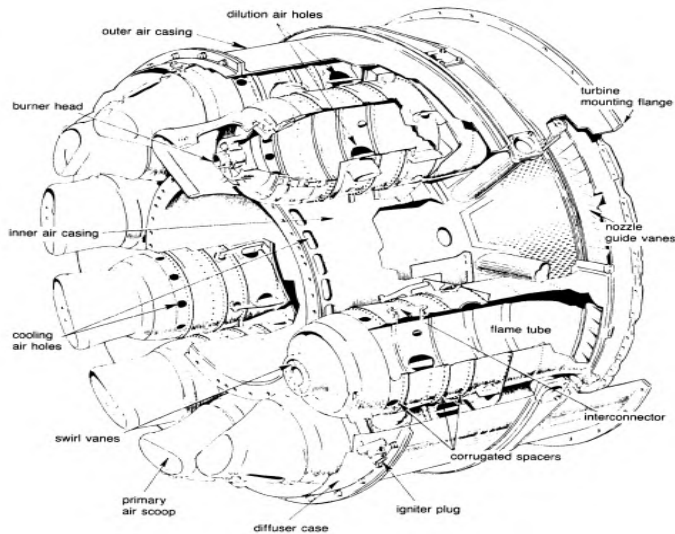
PT. Petrokimia Gresik memiliki unit *Gas Turbine Generator* (GTG) dan *Steam Turbine Generator* sebagai pembangkit listrik untuk memenuhi kebutuhan listrik yang digunakan pada seluruh fasilitas produksi dan sarana penunjang lainnya. Kedua pembangkit tersebut menghasilkan daya listrik sebesar 53 MW. Penelitian ini menitik beratkan pada turbin gas di bawah pengawasan Departemen Utilitas Pabrik I. *Gas Turbine Generator* (GTG) dapat dilihat pada gambar di bawah. GTG yang dimiliki PT. Petrokimia Gresik diproduksi oleh *General Electric* (GE) *type* MS-6001-B dengan kapasitas daya listrik 33,64 MW.



Gambar 1.1 Turbin Gas MS-6001-B *General Electric* PT. Petrokimia Gresik

Turbin gas merupakan bagian dari unit GTG yang memanfaatkan gas sebagai fluida kerja untuk memutar sudu turbin dengan pembakaran internal, sehingga dapat memutar generator yang mampu menghasilkan listrik. Turbin gas tersusun atas komponen – komponen utama seperti *air inlet section*, *compressor section*, *combustion section*, *turbine section* dan *exhaust section*. Turbin gas merupakan sumber utama energi listrik di Pabrik, sehingga kondisi dari turbin gas ini harus selalu terjaga agar dapat beroperasi sesuai spesifikasi. PT. Petrokimia Gresik melakukan perawatan berkala pada turbin gas sesuai petunjuk *Original Equipment Manufacturer* (OEM) GE yaitu dengan 3 jenis perawatan yaitu *combustion inspection*, *hot gas path inspection* dan *major inspection*. Ketiga jenis perawatan tersebut merupakan kegiatan *maintenance* berkala yang dilakukan pada turbin gas. *Combustion inspection* dilakukan setiap 12.000 *running hour*, *hot gas path inspection* dilakukan 24.000 *running hour* dan *major inspection* dilakukan setiap 48.000 *running hour*. Perawatan turbin sering terjadi penambahan waktu pengerjaan yang membuat kerugian pada perusahaan. Hal tersebut membuat kapasitas produksi menurun serta menambah ongkos perawatan tahunan. Perencanaan pelaksanaan inspeksi yang baik dan *detail* sangat

dibutuhkan, sehingga pekerjaan selesai tepat waktu atau bahkan bisa dipercepat penyelesaiannya, akan tetapi tetap mengutamakan kualitas pengerjaan.



Gambar 1.2 *Combustion Section* [1]

Penelitian ini memfokuskan pada *combustion inspection* yang dilakukan setiap 12.000 *running hour*. *Combustion inspection* dilakukan lebih sering daripada 2 inspeksi lainnya karena *combustion section* harus bisa menjaga putaran turbin selalu konstan 5100 rpm, dengan cara menambah atau mengurangi pasokan bahan bakar. Perencanaan pelaksanaan *combustion inspection* yang dilakukan oleh departemen perencanaan sekarang ini kurang *detail* dari segi prosedur pekerjaan, durasi pekerjaan, pekerja yang terlibat, peralatan yang digunakan dan biaya pengerjaan tersebut. Hal tersebut menyebabkan pelaksana kurang paham dengan pekerjaan yang mereka lakukan, sehingga dapat menghambat pelaksanaan *combustion inspection*. Perencanaan pelaksanaan selama ini tidak sesuai dengan kondisi di lapangan dan terkesan asal-asalan. Pelaksanaan *combustion inspection* pada

kenyataannya lebih cepat selesainya dari pada perencanaan yang ada. Jika dalam perencanaan dibutuhkan 14 hari, kenyataannya bisa diselesaikan dalam durasi 12 hari. Kenyataan ini membuktikan bahwa pekerjaan akan bisa lebih cepat terselesaikan dengan perencanaan yang lebih baik lagi. Jika proses pelaksanaan lebih cepat maka *shutdown* akan lebih pendek dan kerugian waktu produksi dapat dikurangi.

# 6.2 UNIT UTILITAS	19.24 days	Thu 07/01/16	Tue 26/01/16		1.
# 6.2.1 GT-2280 : COMBUSTION INSPECTION	14.04 days	Sat 09/01/16	Sat 23/01/16		
6.2.1.1 Remove Combustion Accessories	24 hrs	Sat 09/01/16	Sun 10/01/16	34	M1.1
6.2.1.2 Remove Spray Nozzle	24 hrs	Mon 11/01/16	Tue 12/01/16	450	M1.1
6.2.1.3 Remove Combustion Can Cover	24 hrs	Mon 11/01/16	Tue 12/01/16	450	M1.1
6.2.1.4 Remove X Fire Tube & Combustion Liner	24 hrs	Mon 11/01/16	Tue 12/01/16	450	M1.1
6.2.1.5 Remove FWD & AST Flow Serve	24 hrs	Mon 11/01/16	Tue 12/01/16	450	M1.1
6.2.1.6 Unbolting Combustion Can	24 hrs	Mon 11/01/16	Tue 12/01/16	450	M1.1
6.2.1.7 Remove Accessories Gear	24 hrs	Wed 13/01/16	Thu 14/01/16	52,453,454,455	M1.1
6.2.1.8 Remove Seal Plate Exhaust	24 hrs	Wed 13/01/16	Thu 14/01/16	52,453,454,455	M1.1
6.2.1.9 Remove Combustion Can	24 hrs	Fri 15/01/16	Sat 16/01/16	456,457	M1.1
6.2.1.10 Remove Transition Piece	24 hrs	Fri 15/01/16	Sat 16/01/16	456,457	M1.1
6.2.1.11 Inspect FWD & AST Flow Sleeve	25 hrs	Fri 15/01/16	Sun 17/01/16	456,457	M1.1
6.2.1.12 Install Transition Piece	24 hrs	Sun 17/01/16	Tue 19/01/16	456,459,460	M1.1
6.2.1.13 Install Combustion Can	24 hrs	Sun 17/01/16	Tue 19/01/16	456,459,460	M1.1
6.2.1.14 Install FWD & AST Flow Sleeve	24 hrs	Sun 17/01/16	Tue 19/01/16	456,459,460	M1.1
6.2.1.15 Install Combustion Liner & X fire Tube	24 hrs	Tue 19/01/16	Thu 21/01/16	461,462,463	M1.1
6.2.1.16 Assembly Cover Combustion Can	24 hrs	Tue 19/01/16	Thu 21/01/16	461,462,463	M1.1
6.2.1.17 Install Spray Nozzle	24 hrs	Tue 19/01/16	Thu 21/01/16	461,462,463	M1.1
6.2.1.18 Install Combustion Accessories	24 hrs	Thu 21/01/16	Sat 23/01/16	464,465,466	M1.1
6.2.1.19 Install Accessories Gear	24 hrs	Thu 21/01/16	Sat 23/01/16	464,465,466	M1.1
6.2.1.20 Install Seal Plate Exhaust	24 hrs	Thu 21/01/16	Sat 23/01/16	464,465,466	M1.1

Gambar 1.3 Perencanaan pelaksanaan *combustion inspection*

Proses pelaksanaan *combustion inspection* tentu mempunyai banyak sekali risiko. Pekerja dituntut untuk dapat menyelesaikan pengerjaan tepat pada waktu yang ditentukan serta mengutamakan kualitas pengerjaan, sehingga perlu adanya pengendalian risiko untuk mengurangi kecelakaan kerja. Setiap pekerja harus mengetahui manajemen risiko pada pelaksanaan *combustion inspection* ini, agar mereka paham resiko apa saja yang mereka hadapi dari pekerjaan yang mereka lakukan dan cara mengendalikan risiko tersebut. Manajemen risiko pada pengerjaan perawatan *preventive* turbin gas ini kenyataannya belum ada. Hal ini sangat disayangkan karena pekerjaan ini merupakan pekerjaan berkala pada turbin gas. Pelaksana seharusnya paham dengan risiko yang dapat ditimbulkan dari setiap pekerjaan tersebut.



Gambar 1.4 Pelaksanaan *combustion inspection*

Berangkat dari permasalahan di atas, maka akan dilakukan analisis terhadap perencanaan pelaksanaan *combustion inspection* pada turbin gas GE MS-6001-B, serta manajemen risiko pelaksanaan *combustion inspection*. Turbin ini merupakan peralatan yang sangat penting, mengingat bahwa turbin gas ini salah satu yang memenuhi kebutuhan listrik di Pabrik.

Pada penelitian ini digunakan *software* manajemen proyek untuk membantu pengerjaan perencanaan pelaksanaan *combustion inspection*. *Software* manajemen proyek merupakan *software* yang dapat membantu perencanaan pelaksanaan suatu kegiatan. *Software* ini sudah umum digunakan pada perusahaan konstruksi maupun industri.

1.2. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang dapat diangkat untuk tugas akhir ini dari latar belakang diatas adalah

1. Bagaimana memperbaiki perencanaan pada pelaksanaan *combustion inspection*.
2. Bagaimana mengetahui risiko di setiap proses pelaksanaan *combustion inspection* dan cara untuk mengendalikan risiko tersebut.

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian tugas akhir ini adalah

1. Analisis dilakukan pada turbin gas MS-6001-B GE di PT. Petrokimia Gresik.
2. Perusahaan belum memiliki data kecelakaan kerja sehingga manajemen risiko pada pengerjaan perawatan *combustion inspection* turbin gas dilakukan secara kualitatif.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah

1. Memperbaiki perencanaan pada pelaksanaan *combustion inspection*.
2. Mengetahui risiko di setiap proses pelaksanaan *combustion inspection* dan cara untuk mengendalikan risiko tersebut.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat yang akan didapat setelah melakukan penelitian ini sebagai berikut :

1. Sebagai acuan perencanaan pelaksanaan *combustion inspection* kedepannya.
2. Sebagai informasi risiko kerja disetiap proses pelaksanaan *combustion inspection* dan cara untuk mengendalikan risiko tersebut.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini terbagi menjadi beberapa bab yang dapat dijabarkan sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan latar belakang, perumusan masalah, tujuan perancangan, batasan masalah, manfaat serta sistematika penulisan tugas akhir.

BAB II DASAR TEORI

Bab ini berisi teori-teori dari berbagai referensi yang selanjutnya digunakan sebagai dasar teori .

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tentang metode-metode yang digunakan untuk penelitian tugas akhir ini, baik berupa studi literatur, survey secara langsung, analisis perencanaan pelaksanaan dan manajemen risiko serta diskusi dengan praktisi dan ahli.

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang analisa terhadap perencanaan pada pelaksanaan *combustion inspection*, serta manajemen risiko pada pelaksanaan *combustion inspection*.

BAB V PENUTUP

Pada bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran dari analisa terhadap perencanaan pada pelaksanaan *combustion inspection*, serta manajemen resiko pada pelaksanaan *combustion inspection*.

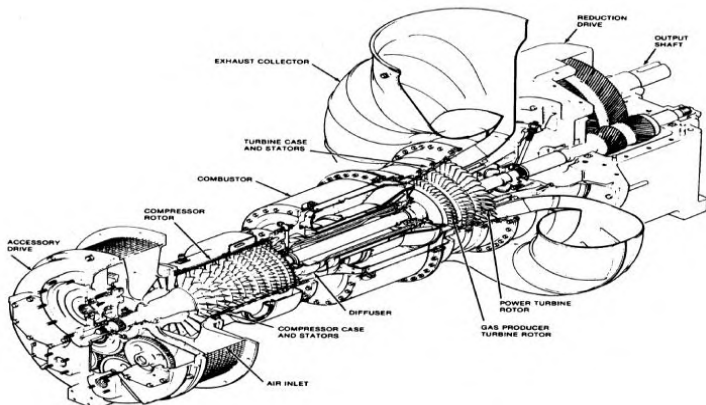
(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Turbin Gas

Turbin gas merupakan suatu penggerak mula yang memanfaatkan gas sebagai fluida kerja. Di dalam turbin gas energi kinetik dikonversikan menjadi energi mekanik berupa putaran yang menggerakkan rotor turbin sehingga menghasilkan daya. Bagian turbin yang berputar disebut rotor dan bagian turbin yang diam disebut stator. Rotor memutar poros daya sehingga menggerakkan beban (generator listrik, pompa, kompresor atau yang lainnya). Turbin gas merupakan salah satu komponen dari suatu sistem turbin gas. Sistem turbin gas yang paling sederhana terdiri dari tiga bagian yaitu *compressor section*, *combustion section*, dan *turbine section*. Saat ini sistem turbin gas sudah banyak diterapkan untuk berbagai keperluan seperti mesin penggerak generator listrik, mesin industri, pesawat terbang dan lainnya. Sistem turbin gas dapat dipasang dengan cepat dan biaya investasi yang relatif rendah jika dibandingkan dengan instalasi turbin uap dan motor diesel sebagai pembangkit tenaga listrik. Bagian- bagian turbin gas untuk keperluan industri dapat dilihat pada gambar 2.1 di bawah.

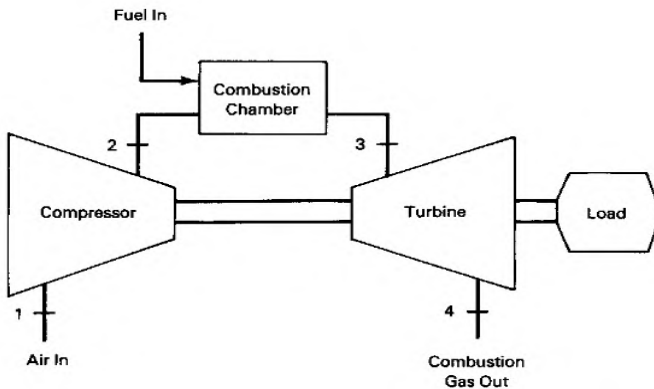


Gambar 2.1 *A medium-sized industrial gas turbine*[1]

2.2 Prinsip Kerja Sistem Turbin Gas

Udara masuk ke dalam kompresor melalui saluran masuk udara (*inlet*). Kompresor berfungsi untuk menghisap dan menaikkan tekanan udara tersebut, sehingga temperatur udara juga meningkat. Kemudian udara yang telah dikompresi ini masuk ke dalam ruang bakar. Di dalam ruang bakar disemprotkan bahan bakar sehingga bercampur dengan udara tersebut bersamaan dengan itu dipercikan bunga api oleh *sprak plug* sehingga menyebabkan proses pembakaran. Proses pembakaran tersebut berlangsung dalam keadaan tekanan konstan sehingga dapat dikatakan ruang bakar hanya untuk menaikkan temperatur. Gas hasil pembakaran tersebut dialirkan ke turbin gas melalui suatu *nozzel* yang berfungsi untuk mengarahkan aliran tersebut ke sudu-sudu turbin. Daya yang dihasilkan oleh turbin gas tersebut digunakan untuk memutar kompresornya sendiri dan memutar beban lainnya yaitu generator listrik. Setelah melewati sudu-sudu turbin, gas tersebut akan dibuang keluar melalui saluran buang (*exhaust*). Secara umum proses yang terjadi pada suatu sistem turbin gas dapat dilihat pada gambar 2.2 dengan penjelasan sebagai berikut:

1. Pemampatan 1-2 (*compression*) udara di hisap dan dimampatkan.
2. Pembakaran 2-3 (*combustion*) bahan bakar dicampurkan ke dalam ruang bakar dengan udara kemudian di bakar.
3. Pemuaian 3-4 (*expansion*) gas hasil pembakaran memuai dan mengalir ke luar melalui nozel (*nozzle*).
4. Pembuangan gas 4-*surrounding/boiller* (*exhaust*) gas hasil pembakaran dikeluarkan lewat saluran pembuangan.



Gambar 2.2 Prinsip Kerja Sistem Turbin Gas[2]

2.3 Komponen Turbin Gas

Berikut merupakan komponen-komponen dari sistem turbin gas secara garis besar beserta penjelasan singkatnya.

2.3.1 Air Inlet Section

Air Inlet Section berfungsi untuk menyaring kotoran dan debu yang terbawa bersama udara sebelum masuk ke kompresor. Bagian ini terdiri dari:

- a. *Air Inlet Housing*, merupakan tempat udara masuk dimana di dalamnya terdapat peralatan pembersih udara.
- b. *Inertia Separator*, berfungsi untuk membersihkan debu-debu atau partikel yang terbawa bersama udara masuk.
- c. *Pre-Filter*, merupakan penyaringan udara awal yang dipasang pada *inlet house*.
- d. *Main Filter*, merupakan penyaring utama yang terdapat pada bagian dalam *inlet house*, udara yang telah melewati penyaring ini masuk ke dalam kompresor.
- e. *Inlet Bellmouth*, berfungsi untuk membagi udara agar merata pada saat memasuki ruang kompresor.

- f. *Inlet Guide Vane*, merupakan *blade* yang berfungsi untuk pengatur jumlah udara yang masuk agar sesuai dengan yang diperlukan.

2.3.2 Compressor Section

Compressor Section berfungsi untuk mengompresikan udara yang berasal dari *inlet air section* agar didapatkan udara bertekanan tinggi sehingga pada saat terjadi pembakaran dapat menghasilkan gas panas bertekanan dan berkecepatan tinggi yang dapat menimbulkan daya *output* turbin yang besar. *Axial flow compressor* terdiri dari dua bagian yaitu:

- *Compressor Rotor Assembly* merupakan bagian dari kompresor aksial yang berputar pada poros daya. Rotor ini mengompresikan aliran udara secara aksial sehingga diperoleh udara yang bertekanan tinggi. Bagian ini tersusun dari *wheels*, *stubshaft*, *tie bolt* dan sudu-sudu yang disusun kosentris di sekeliling sumbu rotor.
- *Compressor Stator* merupakan bagian dari *casing* turbin gas yang terdiri dari:
 1. *Inlet Casing*, merupakan bagian dari *casing* yang mengarahkan udara masuk ke *inlet bellmouth* dan selanjutnya masuk ke *inlet guide vane*.
 2. *Forward Compressor Casing*, bagian *casing* yang di dalamnya terdapat beberapa *stage compressor blade*.
 3. *Aft Casing*, bagian *casing* yang di dalamnya terdapat *compressor blade* tingkat pertama sampai terakhir.
 4. *Discharge Casing*, merupakan bagian *casing* yang berfungsi sebagai tempat keluarnya udara yang telah dikompresi.

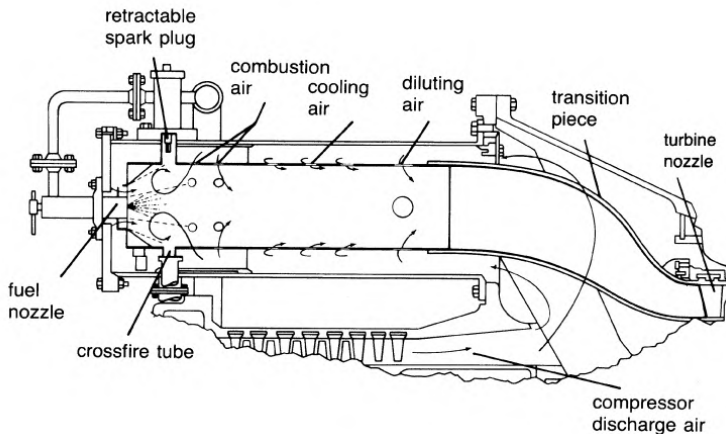
2.3.3 Combustion Section

Pada bagian ini terjadi proses pembakaran antara bahan bakar dengan fluida kerja yang berupa udara bertekanan tinggi dan bersuhu tinggi. Hasil pembakaran ini berupa energi panas yang diubah menjadi energi kinetik dengan mengarahkan udara panas tersebut ke *transition pieces* yang juga berfungsi sebagai *nozzle*. Fungsi dari keseluruhan sistem ini adalah untuk menyuplai energi panas ke siklus turbin. Sistem pembakaran ini terdiri dari komponen-komponen yang jumlahnya bervariasi tergantung penggunaan turbin gas. *Combustion section* dapat dilihat pada gambar 2.3 serta berikut penjelasan komponen-komponennya:

- a. *Combustion Chamber*, berfungsi sebagai tempat terjadinya pencampuran antara udara yang telah dikompresi dengan bahan bakar yang masuk.
- b. *Combustion Liners*, terdapat di dalam *combustion chamber* yang berfungsi sebagai tempat berlangsungnya pembakaran.
- c. *Fuel Nozzle*, berfungsi sebagai tempat masuknya bahan bakar ke dalam *combustion liner*.
- d. *Ignitors (Spark Plug)*, berfungsi untuk memercikkan bunga api ke dalam *combustion chamber* sehingga campuran bahan bakar dan udara dapat terbakar.
- e. *Transition Pieces*, berfungsi untuk mengarahkan dan membentuk aliran gas panas agar sesuai dengan ukuran *nozzle* dan sudu-sudu turbin gas.
- f. *Cross Fire Tubes*, berfungsi untuk meratakan nyala api pada semua *combustion chamber*.
- g. *Flame Detector*, merupakan alat yang dipasang untuk mendeteksi proses pembakaran terjadi.

Combustion chamber yang ada disusun kosentris mengelilingi aksial *flow compressor* dan disambungkan dengan keluaran kompresor udara dari aksial *flow compressor* yang dialirkan langsung ke masing-masing *chamber*. Zona pembakaran pada *combustion chamber* ada tiga yaitu:

1. *Primary Zone*, merupakan tempat dimana bahan bakar berdifusi dengan udara kompresor untuk membentuk campuran udara bahan bakar yang siap dibakar.
2. *Secondary Zone*, adalah zona penyempurnaan pembakaran sebagai kelanjutan pembakaran pada *primary zone*.
3. *Dilution Zone*, merupakan zona untuk mereduksi temperatur gas hasil pembakaran pada keadaan yang diinginkan pada saat masuk ke *first stage nozzles*.



Gambar 2.3 *Combustion system*[1]

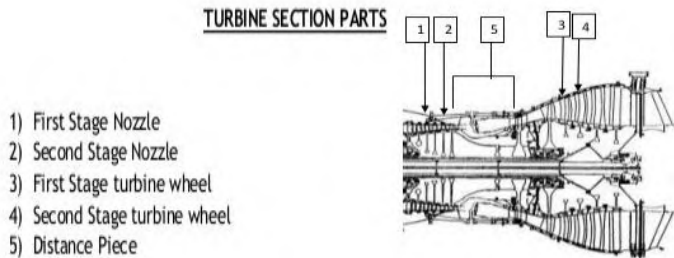
2.3.4 Turbine Section

Turbine section merupakan tempat terjadinya konversi energi kinetik menjadi energi mekanik yang digunakan sebagai penggerak kompresor aksial dan generator. Komponen-komponen *turbine section* dapat dilihat pada gambar 2.4 serta fungsinya sebagai berikut :

1. *First Stage Nozzle*, yang berfungsi untuk mengarahkan gas panas ke *first stage turbine wheel*.
2. *Second Stage Nozzle* dan *Diafragma*, berfungsi untuk mengatur aliran gas panas ke *second stage turbine wheel*,

sedangkan diafragma berfungsi untuk memisahkan kedua *turbine wheel*.

3. *First Stage Turbine Wheel*, berfungsi untuk mengkonversikan energi kinetik dari aliran udara yang berkecepatan tinggi menjadi energi mekanik berupa putaran rotor.
4. *Second Stage Turbine*, berfungsi untuk memanfaatkan energi kinetik yang masih cukup besar dari *first stage turbine* untuk menghasilkan kecepatan putar rotor yang lebih besar.
5. *Distance piece*, sebagai struktur yang menghubungkan *turbine section* dengan *frame compressor*



Gambar 2.4 Komponen pada *turbine section*[3]

2.4 Maintenance Gas Turbine

Maintenance adalah kegiatan perawatan untuk mencegah hal-hal yang tidak diinginkan seperti kerusakan terlalu cepat pada peralatan sedang beroperasi dan menjaga agar peralatan bekerja sesuai spesifikasi. *Maintenance* pada turbin gas selalu tergantung dari faktor-faktor operasional, karena operasional turbin gas sangat tergantung dari kondisi operasional. Semua pabrik pembuat turbin gas telah menetapkan suatu ketetapan yang aman dalam pengoperasian sehingga *turbine* selalu dalam batas kondisi aman dan tepat waktu untuk melakukan *maintenance*[4]. Secara umum *maintenance* dapat dibagi dalam beberapa bagian, diantaranya adalah:

1. ***Preventive Maintenance***

Preventive maintenance adalah suatu kegiatan perawatan yang direncanakan baik itu secara rutin maupun periodik, karena apabila perawatan dilakukan tepat pada waktunya akan mengurangi *down time* dari peralatan. *Preventive maintenance* dibagi menjadi:

- a. *Running Maintenance*, adalah suatu kegiatan perawatan yang dilakukan hanya bertujuan untuk memperbaiki *equipment* yang rusak saja dalam satu unit tetapi unit produksi tetap melakukan kegiatan.
- b. *Turning Around Maintenance*, adalah perawatan terhadap peralatan yang sengaja dihentikan pengoperasiannya.

2. ***Repair Maintenance***

Repair Maintenance merupakan perawatan yang dilakukan terhadap peralatan yang tidak kritis, atau disebut juga peralatan-peralatan yang tidak mengganggu jalannya operasi.

3. ***Predictive Maintenance***

Predictive Maintenance merupakan kegiatan mengawasi, menguji, dan mengukur peralatan-peralatan yang beroperasi dengan menentukan perubahan yang terjadi pada bagian utama, apakah peralatan tersebut berjalan dengan normal atau tidak.

4. ***Corrective Maintenance***

Corrective Maintenance adalah perawatan yang dilakukan dengan memperbaiki perubahan kecil yang terjadi dalam *design*, serta menambahkan komponen-komponen yang sesuai dan juga menambahkan material-material yang cocok.

5. ***Break Down Maintenance***

Kegiatan perawatan yang dilakukan setelah terjadi kerusakan atau kelainan pada peralatan sehingga tidak dapat berfungsi seperti biasanya.

6. *Modification Maintenance*

Pekerjaan yang berhubungan dengan *design* suatu peralatan atau unit. Modifikasi bertujuan menambah kehandalan peralatan atau menambah tingkat produksi dan kualitas pekerjaan.

7. *Shut Down Maintenance*

Shut Down adalah kegiatan perawatan yang dilakukan terhadap peralatan yang sengaja dihentikan pengoperasiannya. *Shutdown maintenance* pada turbin gas terdiri dari *boroscope inspection*, *combustion Inspection*, *hot gas path inspection* dan *major Inspection*.

2.5 *Shut Down Inspection* pada Turbin Gas

Shutdown Inspection merupakan pemeriksaan yang dilakukan pada saat unit tersebut tidak dalam pengoperasian. Pada penelitian ini hanya memfokuskan pada *combustion inspection*. Macam-macam *shutdown inspection* dapat dilihat pada gambar 2.5 sebagai berikut:

MAINTENANCE INSPECTION INTERVALS
SIMPLE AND REGENERATIVE CYCLE
(See Note 1)
BASE FIRING TEMPERATURE
ONE START PER 200 - 1000 HOURS

INSPECTION	FUEL	INSPECTION INTERVALS
COMBUSTION		
Liners (See Note 2)	Gas and Distillate	8,000 Hours
	Heavy	4,000 Hours
Transition Pieces Floating Seal (See Note 3)	Gas and Distillate	16,000 - 24,000 Hours
	Heavy	8,000 - 12,000 Hours
Transition Pieces Fixed Seal (See Note 4)	Gas and Distillate	8,000 Hours
	Heavy	4,000 Hours
HOT GAS PATH	Gas and Distillate	16,000 - 24,000 Hours
	Heavy	8,000 - 12,000 Hours
MAJOR	Gas and Distillate	32,000 - 48,000 Hours
	Heavy	16,000 - 24,000 Hours
BORESCOPE (See Note 5)	Gas and Distillate	At Combustion Inspection or Annually whichever occurs first
	Heavy	At Combustion Inspection or Semi-Annually whichever occurs first

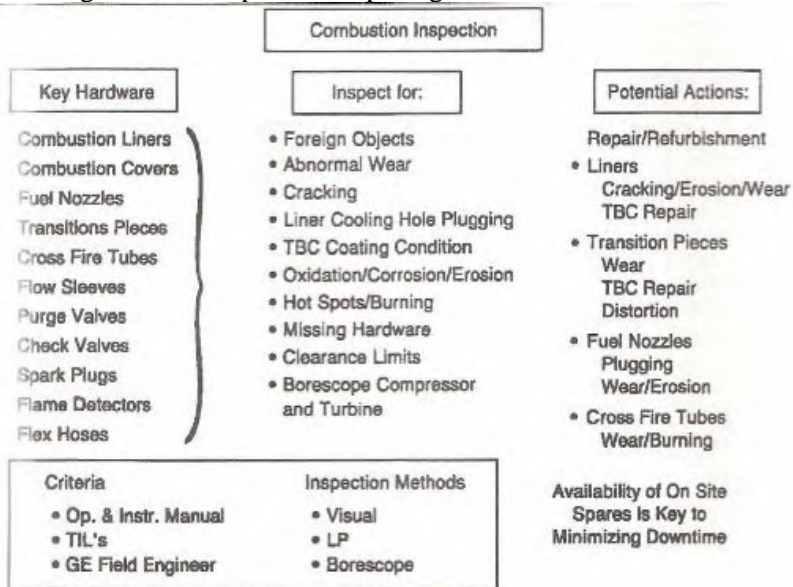
NOTES

1. Inspection intervals are for General Electric Company supplied components only.

Gambar 2.5 *Shutdown inspection*[5]

2.5.1 Combustion Inspection

Combustion Inspection merupakan perawatan *shutdown* jangka pendek yang dilakukan untuk memeriksa bagian ruang bakar, *transition piece* dan *cross fire tube*. Komponen-komponen ini membutuhkan pemeriksaan secara berkala, karena kerja yang dilakukan oleh turbin secara terus menerus, sehingga sistem pembakaran yang buruk akan menyebabkan pendeknya umur dari komponen-komponen tersebut. Pekerjaan *combustion inspection* secara garis besar dapat dilihat pada gambar 2.6 di bawah.



Gambar 2.6 *Combustion inspection- key element* dari GE [5]

2.6 Manajemen Perawatan

Kata manajemen berasal dari bahasa Prancis kuno yakni *management*, yang memiliki arti seni melaksanakan dan mengatur. Menurut **Robbins** (2007)[6], mendefinisikan manajemen sebagai sebuah proses perencanaan, pengorganisasian, pengkoordinasian dan pengontrolan sumber daya untuk mencapai sasaran (*goals*) secara efektif dan efisien.

Efektif berarti bahwa tujuan dapat dicapai sesuai dengan perencanaan, sementara efisien berarti bahwa tugas yang ada dilaksanakan secara benar, terorganisir dan sesuai dengan jadwal. Dari beberapa uraian dan definisi diatas, maka dapat disimpulkan. Manajemen perawatan adalah pengelolaan pekerjaan perawatan dengan melalui suatu proses perencanaan, pengorganisasian serta pengendalian operasi perawatan untuk memberikan yang terbaik pada fasilitas industri.

2.6.1 Maintenance Planning

Planning atau perencanaan didefinisikan sebagai alokasi sumber daya dan material yang diperlukan dalam urutan dimana mereka diperlukan untuk memungkinkan kegiatan penting untuk dilakukan dalam waktu yang singkat dengan biaya seminimal mungkin untuk mencapai tujuan akhir (contoh : *maintenance repair* atau *rebuild*). Tujuan dari *work planning* atau perencanaan kerja adalah menentukan sesuatu yang akan dilakukan, cara pekerjaan tersebut diselesaikan dengan aman dan efektif, durasi pekerjaan tersebut diperkirakan akan selesai, dan sumber daya yang mungkin digunakan dalam proses. *Work planning* memastikan bahwa pekerjaan yang dipilih telah secara penuh didefinisikan dan dirinci sesuai dengan tingkat yang cocok. Hal tersebut agar didapat penjadwalan yang efisien dan dieksekusi secara efektif. Adapun yang termasuk dalam planning adalah :

- Pemilihan pekerjaan yang akan dilakukan.
- *Job sequence* dan metode yang dibutuhkan.
- Sumber daya yang dibutuhkan seperti *skill* dan *man-hour* dari pekerja, *spare parts*, *material*, peralatan kerja, *special tools*, dokumen pendukung, dan izin dari pihak yang terkait (apabila ada kekurangan dari peralatan maka harus dengan segera dilakukan pemesanan).
- Total estimasi biaya dari pekerjaan yang akan dilakukan.
- Isu keselamatan yaitu mulai *risk assessment* dan *safety equipment* yang mendukung pekerjaan.

Proses perencanaan tersebut tidak selesai begitu saja sampai semua orang mengetahui apa yang akan dilakukan. Melakukan komunikasi antar pelaksana sampai ke pihak *planner*, adalah keharusan, agar semua pihak mengetahui rencana *Who is to do What, How, When, dan How Much*.

2.6.2 Coordination

Proses Koordinasi merupakan sebuah upaya kerjasama antara departemen perawatan, operasi, *planner* dan pihak lain yang terkait. Proses ini dirancang untuk mencapai kesepakatan antara semua pihak. Tujuan dalam proses ini adalah untuk menyetujui pekerjaan perawatan mana yang akan dilakukan.

2.6.3 Maintenance Scheduling

Scheduling atau penjadwalan "*when to do the job*" dapat didefinisikan sebagai penetapan pekerjaan yang direncanakan menjadi sebuah periode waktu. Tujuan dari penjadwalan adalah mendefinisikan kecocokan tanggal yang dicapai berdasarkan prioritas pekerjaan sesuai dengan strategi perawatan. Mematuhi jadwal yang telah disepakati merupakan karakteristik dari performa terbaik sebuah organisasi atau perusahaan. Proses ini memungkinkan pekerjaan direncanakan dan pekerja diberdayakan dengan baik. Penjadwalan yang baik memastikan tenaga kerja yang ahli dengan benar, *tools*, peralatan dan material pada tempat yang tepat dan waktu yang tepat.

2.6.4 Work Execution

Proses eksekusi kerja bertujuan mengontrol kinerja aktual untuk memastikan bahwa pekerjaan tersebut dilaksanakan dengan aman, efisien dan sesuai dengan persyaratan yang berlaku. Proses eksekusi itu sendiri mengkoordinasikan berbagai elemen yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan yang direncanakan dan yang terjadwal. Semua itu terdiri dari persiapan, pelaksanaan dan penutupan pekerjaan, termasuk mengambil dan merekam

semua sejarah teknis dari peralatan dan setiap pekerjaan yang dilakukan.

2.7 Manajemen Proyek

Manajemen proyek merupakan suatu tata cara mengorganisasi dan mengelola sumber daya untuk menyelesaikan proyek dari awal sampai selesai proyek tersebut. Manajemen proyek bisa didefinisikan sebagai sebuah disiplin ilmu yang menyangkut perencanaan, pengorganisasian dan mengatur sumber daya dengan tujuan untuk menyukseskan dan menyelesaikan sebuah proyek, dengan batasan sumber daya dan waktu. Manajemen proyek sudah dimulai sejak awal peradaban manusia. Fokus utama manajemen proyek adalah pencapaian semua tujuan akhir proyek dengan segala batasan yang ada, waktu dan dana yang tersedia. Manajemen proyek sendiri terbagi menjadi beberapa bagian penting yaitu *project scope management*, *project time management*, *project cost management*, *project quality management*, *project human resources management*, *project communication management*, dan *project risk management*. [7]

- 1) *Project scope management* adalah acuan semua pekerjaan yang termasuk harus dikerjakan dalam rangka mencapai tujuan proyek, beserta proses-proses yang dilakukan untuk mencapai tujuan yang diinginkan. *Project scope management* atau batasan proyek mendefinisikan apa yang akan dikerjakan atau apa yang tidak akan dikerjakan dalam sebuah proyek.
- 2) *Project time management* atau manajemen waktu proyek adalah tahapan mendefinisikan proses-proses yang perlu dilakukan selama proyek berlangsung berkaitan dengan penjaminan agar proyek dapat berjalan tepat waktu dengan tetap memperhatikan keterbatasan biaya serta penjagaan kualitas servis/hasil dari proyek. Dengan menerapkan manajemen waktu proyek, seorang *planner* proyek dapat mengontrol jumlah waktu yang dibutuhkan oleh tim proyek untuk membangun *deliverables* proyek sehingga memperbesar

kemungkinan sebuah proyek dapat selesai sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan.

- 3) *Project cost management* atau manajemen biaya proyek adalah sebuah metode yang menggunakan teknologi untuk mengukur biaya dan produktivitas melalui siklus hidup penuh proyek. *Project cost management* meliputi beberapa fungsi khusus manajemen biaya proyek yang mencakup kontrol memperkirakan biaya pekerjaan dan akuntansi pengeluaran proyek.
- 4) *Project quality management* atau manajemen kualitas proyek adalah proses yang dilakukan, untuk menjamin proyek dapat memenuhi kebutuhan yang telah disepakati, melalui aturan-aturan mengenai kualitas, prosedur ataupun *guidelines*. Kesepakatan ini dapat terukur melalui *parameterconformance to requirements* (proses dan produk proyek memenuhi spesifikasi) dan *fitness for use* (produk dapat digunakan sesuai maksud dan tujuannya).
- 5) *Project human resources management* atau manajemen sumber daya manusia dalam proyek adalah upaya untuk menggunakan secara efektif sumber daya manusia dalam suatu proyek. Manajemen sumber daya manusia melibatkan semua keputusan dan praktik manajemen yang memengaruhi secara langsung sumber daya manusianya.
- 6) *Project communication manajement* atau manajemen komunikasi proyek adalah kompetensi yang harus dimiliki manajer atau seorang pelaksana proyek dengan tujuan utama yaitu agar adanya jaminan bahwa semua informasi mengenai proyek akan sampai tepat pada waktunya, dibuat dengan tepat, dikumpulkan, dibagikan, disimpan dan diatur dengan tepat pula.
- 7) *Project risk management* atau manajemen risiko proyek adalah proses identifikasi, pengukuran dan kontrol dari sebuah risiko yang mengancam aset dan penghasilan dari sebuah perusahaan atau proyek yang dapat menimbulkan kerusakan atau kerugian pada perusahaan tersebut.

2.7.1 Perangkat Lunak Manajemen Proyek

Perangkat lunak manajemen proyek (*project management software*) adalah sebuah kumpulan modul-modul perangkat lunak yang memiliki fungsi penjadwalan, manajemen biaya, pengalokasian sumber daya. Perangkat lunak tersebut juga harus memiliki sifat keterkaitan, komunikatif, manajemen kualitas, dan sistem dokumentasi agar bisa digunakan untuk menangani proyek-proyek yang besar dan rumit. Salah satu perangkat lunak yang umum dipakai di dunia industri dan konstruksi yaitu *Software* manajemen proyek.[8] Tugas dasar sebuah perangkat lunak manajemen proyek adalah:

1. Penjadwalan

Salah satu tujuan utama penjadwalan adalah untuk menjadwalkan susunan kegiatan dengan kompleksitas yang berbeda-beda.

2. Menghitung *critical path*

Perangkat lunak manajemen proyek harus dapat menghitung *critical path* berdasarkan susunan kegiatan yang ada.

3. Menghasilkan informasi

Perangkat lunak manajemen proyek harus dapat menghasilkan informasi kepada kepala proyek maupun pekerja proyek, yang dapat digunakan untuk mengukur keberhasilan penyelesaian proyek.

2.7.2 Critical Path Method (CPM)

Menurut **Heizer** dan **render**[9], CPM membuat asumsi bahwa waktu kegiatan diketahui pasti, hingga hanya diperlukan satu faktor waktu untuk tiap kegiatan. Pada CPM dipakai cara “deterministik”, yaitu memakai satu angka estimasi. Jadi durasi untuk menyelesaikan pekerjaan dianggap diketahui, kemudian pada tahap berikutnya, diadakan pengkajian lebih lanjut untuk memperpendek durasi, misalnya dengan menambah biaya. Dalam CPM sendiri ada beberapa proses perhitungan yang harus dilakukan yaitu *forward pass*,

backward pass dan *float analyses*. Rangkaian hal tersebut akan menghasilkan *overall project duration*, *start-finish date*, *activity float*, dan *critical path (critical activities)*. Menurut Soeharto[10], proses penyusunan jaringan CPM (jaringan kerja) dibagi menjadi beberapa langkah adalah sebagai berikut:

- a) Mengkaji dan mengidentifikasi lingkup proyek, menguraikan, memecahkannya menjadi kegiatan-kegiatan atau kelompok kegiatan yang merupakan komponen proyek.
- b) Menyusun kembali komponen-komponen kegiatan, menjadi mata rantai dengan urutan yang sesuai logika ketergantungan.
- c) Memberikan perkiraan durasi bagi masing-masing kegiatan yang dihasilkan dari penguraian lingkup proyek. Dalam metode CPM dikenal dua jenis estimasi waktu kegiatan pertama *single time estimate* yaitu hanya terdapat satu perkiraan waktu untuk menyelesaikan suatu kegiatan. Kedua *three activity time estimate* yaitu dengan memberikan tiga perkiraan waktu untuk menyelesaikan suatu kegiatan akan tetapi yang dipakai adalah perkiraan waktu dari ketiga durasi tersebut. Dengan rumus sebagai berikut[11] ;

$$ET = \frac{a+4m+b}{6} \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana:

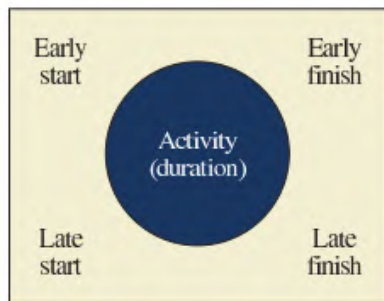
a = *optimistic time*, waktu harapan tercepat kegiatan terselesaikan.

m = *most likely time*, waktu kegiatan yang paling sering terselesaikan.

b = *pessimistic time*, waktu harapan terlambat kegiatan terselesaikan.

- d) Mengidentifikasi jalur kritis (*critical path*) dan *float* pada jaringan kerja.

Untuk menentukan waktu penyelesaian proyek, maka harus diidentifikasi apa yang disebut jalur kritis. Jalur (*path*) merupakan serangkaian aktivitas berhubungan yang bermula dari *node* awal ke *node* akhir. Untuk menyelesaikan proyek, semua jalur harus dilewati. Oleh karena itu, harus ditentukan jumlah waktu yang dibutuhkan berbagai jalur tersebut. Jalur terpanjang yang dilewati, menentukan total waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek. Jika aktivitas pada jalur terpanjang itu tertunda, maka seluruh proyek akan mengalami keterlambatan. Aktivitas jalur terpanjang merupakan aktivitas jalur kritis. Setelah jalur kritis diketahui, langkah selanjutnya adalah melakukan percepatan proyek dengan memperpendek waktu kelonggaran (*slack time*). Jaringan kerja suatu proyek dapat digambarkan sesuai dengan gambar 2.8, untuk penulisan suatu *node* menggunakan aturan sesuai dengan gambar 2.7. *Node* disini merupakan aktivitas-aktivitas dari suatu proyek. *Early start* yaitu waktu paling awal dimulainya suatu aktivitas. *Early finish* yaitu waktu paling awal berakhirnya suatu aktivitas. *Late start* yaitu waktu paling lambat memulai suatu kegiatan selanjutnya. *Late finish* yaitu waktu paling lambat berakhirnya suatu kegiatan.



Gambar 2.7 *Node* aktivitas proyek[11]

2.7.2.1 Teknik Menghitung *Critical Path Method*

A. Hitungan Maju (*Forward Pass*)

Dimulai dari *start* menuju *finish* untuk menghitung waktu penyelesaian tercepat suatu kegiatan, waktu tercepat terjadinya kegiatan dan saat paling cepat dimulainya suatu peristiwa penulisannya di atas *node*. Hal ini dapat dilihat pada gambar 2.8 sebagai contoh perhitungan maju yaitu terletak di bagian atas lingkaran.

Aturan Hitungan Maju yaitu sebagai berikut ;

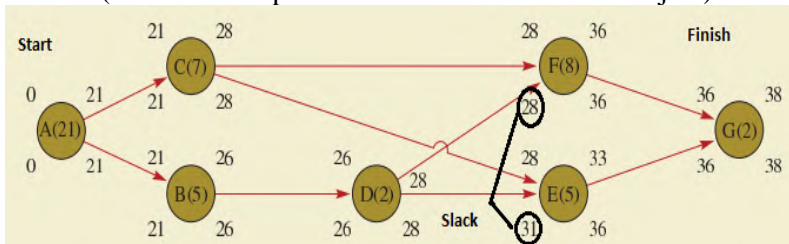
- a) Kecuali kegiatan awal, maka suatu kegiatan baru dapat dimulai bila kegiatan yang mendahuluinya *predecessor* telah selesai (pada *node* A pekerjaan dimulai selanjutnya diikuti pekerjaan lain sesuai urutannya).
- b) Waktu selesai paling awal suatu kegiatan sama dengan waktu mulai paling awal, ditambah dengan kurun waktu kegiatan yang mendahuluinya (pada pekerjaan C 7 jam dimulai setelah pekerjaan A 21 jam sehingga $21+7$ adalah 28 jam untuk terselesainya pekerjaan C).
- c) Bila suatu kegiatan memiliki dua atau lebih kegiatan-kegiatan terdahulu yang menggabung, maka waktu mulai paling awal kegiatan tersebut adalah sama dengan waktu selesai paling awal yang terbesar dari kegiatan terdahulu (pada pekerjaan F dan E untuk pekerjaan F selesai pada 36 jam dan pekerjaan E 33 jam sehingga yang digunakan untuk memulai pekerjaan selanjutnya adalah pekerjaan F 36 jam).

B. Hitungan Mundur (*Backward Pass*)

Dimulai dari *finish* menuju *start* untuk mengidentifikasi saat paling lambat terjadinya suatu kegiatan, waktu paling lambat terjadinya suatu kegiatan dan saat paling lambat suatu peristiwa terjadi penulisannya di bawah *node*. Hal ini dapat dilihat pada gambar 2.8 sebagai contoh perhitungan mundur yaitu terletak di bagian bawah lingkaran.

Aturan Hitungan Mundur yaitu sebagai berikut;

- Waktu mulai paling akhir suatu kegiatan sama dengan waktu selesai paling akhir, dikurangi kurun waktu berlangsungnya kegiatan yang bersangkutan (pada aktivitas C 7 jam waktu paling akhir selesainya pekerjaan 28 jam – 7 jam adalah 21 jam).
- Apabila suatu kegiatan terpecah menjadi 2 kegiatan atau lebih, maka waktu paling akhir kegiatan tersebut sama dengan waktu mulai paling akhir kegiatan berikutnya yang terkecil (pada aktivitas F dan E memulai paling lambat 28 jam dan 31 jam yang digunakan untuk memulai aktivitas selanjutnya yaitu aktivitas F).
- Apabila kedua perhitungan tersebut telah selesai maka dapat diperoleh nilai *slack* atau *float* yang merupakan sejumlah kelonggaran waktu dalam sebuah jaringan kerja (*slack* terletak pada aktivitas F dan E bernilai 3 jam).



Gambar 2.8 Jaringan kerja suatu proyek[11]

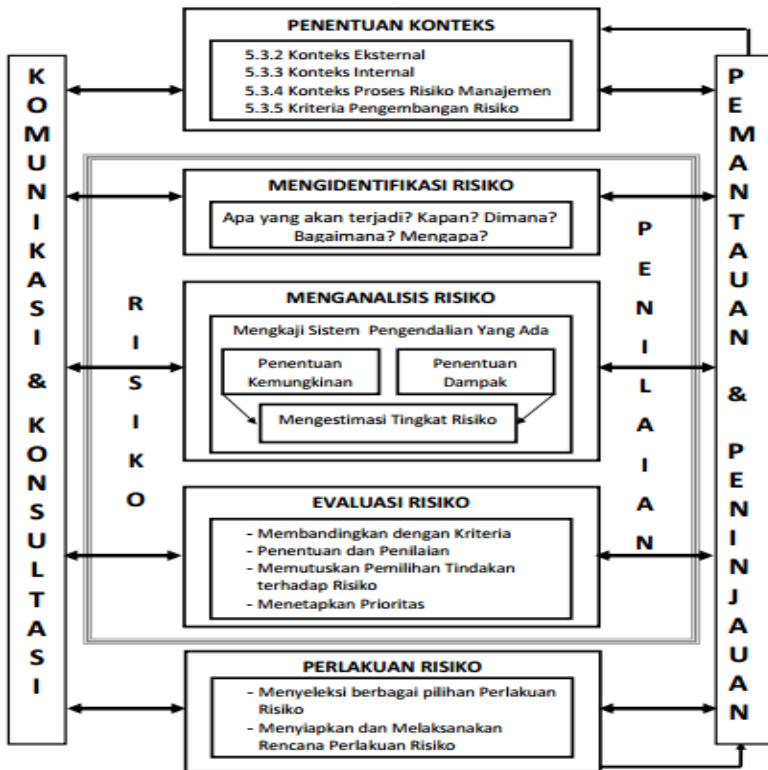
2.8 Manajemen Risiko

Menurut **Smith**[12], manajemen risiko didefinisikan sebagai proses identifikasi, pengukuran dan kontrol dari sebuah risiko yang mengancam aset dan penghasilan dari sebuah perusahaan atau proyek yang dapat menimbulkan kerusakan atau kerugian pada perusahaan tersebut. Manajemen risiko dapat diterapkan di setiap level di organisasi. Manajemen risiko dapat diterapkan di level strategis dan level operasional. Manajemen risiko juga dapat diterapkan pada proyek yang spesifik, untuk membantu proses pengambilan keputusan ataupun untuk

pengelolaan daerah dengan risiko yang spesifik. Definisi risiko itu sendiri adalah dampak dari ketidakpastian terhadap pencapaian obyektif. Dampak menurut ISO 31000 adalah deviasi dari apa yang diharapkan, bisa bersifat positif dan atau negatif. Ketidakpastian adalah kekurangan informasi yang terkait dengan suatu peristiwa, dampaknya atau kemungkinannya. Tujuan yang dimaksud adalah berbagai aspek misal keuangan, keselamatan, lingkungan atau berbagai level misal strategi, proyek, divisi.

2.9 Proses Pengelolaan Risiko

Menurut **ISO 31000** [12], *risk assessment* merupakan bagian yang paling penting dan fundamental dalam proses pengelolaan risiko. Oleh karena itu, organisasi perlu melakukan penilaian risiko yang benar agar memperoleh laporan profil risiko yang tepat sehingga organisasi dapat secara cermat mengelola risikonya. Hubungan dan urutan pembuatan manajemen risiko dapat dilihat pada gambar 2.9 berikut.



Gambar 2.9 Risk Assessment berbasis ISO 31000: 2009 [12]

Proses manajemen risiko merupakan kegiatan kritikal karena merupakan penerapan dari pada prinsip dan kerangka kerja yang telah dibangun. Proses manajemen risiko terdiri dari tiga proses besar, yaitu:

1. Penetapan konteks (*establishing the context*)

Penetapan konteks bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengungkapkan sasaran organisasi, lingkungan dimana sasaran hendak dicapai, *stakeholders* yang berkepentingan dan keberagaman kriteria risiko. Hal tersebut akan membantu mengungkapkan dan menilai sifat dan kompleksitas dari risiko. Terdapat empat konteks yang perlu

ditentukan dalam penetapan konteks, yaitu konteks internal, konteks eksternal, konteks manajemen risiko, dan kriteria risiko.

- Konteks internal memperhatikan sisi internal organisasi yaitu struktur organisasi, kultur dalam organisasi, dan hal-hal lain yang dapat mempengaruhi pencapaian sasaran organisasi.
- Konteks eksternal mendefinisikan sisi eksternal organisasi yaitu pesaing, otoritas, perkembangan teknologi, dan hal-hal lain yang dapat mempengaruhi pencapaian sasaran organisasi.
- Konteks manajemen risiko memperhatikan bagaimana manajemen risiko diberlakukan dan bagaimana hal tersebut akan diterapkan di masa yang akan datang.
- Terakhir, dalam pembentukan manajemen risiko organisasi perlu mendefinisikan parameter yang disepakati bersama untuk digunakan sebagai kriteria risiko.

2. Penilaian risiko (*risk assessment*)

Penilaian risiko terdiri dari:

- Identifikasi risiko: mengidentifikasi risiko apa saja yang dapat mempengaruhi pencapaian sasaran organisasi.
- Analisis risiko: menganalisis kemungkinan dan dampak dari risiko yang telah diidentifikasi.
- Evaluasi risiko: membandingkan hasil analisis risiko dengan kriteria risiko untuk menentukan bagaimana penanganan risiko yang akan diterapkan.

3. Penanganan risiko (*risk treatment*)

Dalam menghadapi risiko terdapat empat penanganan yang dapat dilakukan oleh organisasi:

- Menghindari risiko (*risk avoidance*).
- Mitigasi risiko (*risk reduction*), dapat dilakukan dengan mengurangi kemungkinan atau dampak.
- Transfer risiko kepada pihak ketiga (*risk sharing*)

➤ Menerima risiko (*risk acceptance*).

Ketiga proses besar tersebut didampingi oleh dua proses yaitu:

1) Komunikasi dan konsultasi

Komunikasi dan konsultasi merupakan hal yang penting mengingat prinsip manajemen risiko yang kesembilan menuntut manajemen risiko yang transparan dan inklusif, dimana manajemen risiko harus dilakukan oleh seluruh bagian organisasi dan memperhitungkan kepentingan dari seluruh *stakeholders* organisasi. Adanya komunikasi dan konsultasi diharapkan dapat menciptakan dukungan yang memadai pada kegiatan manajemen risiko dan membuat kegiatan manajemen risiko menjadi tepat sasaran.

2) *Monitoring* dan *review*

Hal ini diperlukan untuk memastikan bahwa implementasi manajemen risiko telah berjalan sesuai dengan perencanaan yang dilakukan. Hasil monitoring dan review juga dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan untuk melakukan perbaikan terhadap proses manajemen risiko. Manajemen risiko merupakan proses esensial dalam organisasi untuk memberikan jaminan yang wajar terhadap pencapaian tujuan organisasi. ISO 31000: 2009 *Risk Management – Principles and Guidelines* merupakan standar yang dibuat untuk memberikan prinsip dan panduan generik dalam penerapan manajemen risiko. Standar ini menyediakan prinsip, kerangka kerja, dan proses manajemen risiko. Prinsip manajemen risiko merupakan fondasi dari kerangka kerja dan proses manajemen risiko. Kerangka kerja manajemen risiko merupakan struktur pembangun proses manajemen risiko. Proses manajemen risiko merupakan penerapan inti dari manajemen risiko, sehingga harus dijalankan secara komprehensif, konsisten, dan terus diperbaiki sesuai dengan keperluan. Implementasi manajemen risiko berbasis ISO 31000: 2009 secara mendetail dan menyeluruh pada ketiga komponen tersebut diharapkan dapat meningkatkan efektivitas manajemen risiko organisasi.

Dalam melakukan *risk assesment*, ukuran *likelihood* risiko dinyatakan dengan persentase probabilitas dan dampak risiko. Hal ini dinyatakan dengan satuan ukuran yang sama dengan satuan ukuran sasaran. Pedoman yang digunakan untuk mengkonversi ukuran *likelihood* dan dampak risiko menjadi satu ukuran yang sama menurut tingkatannya. Hal tersebut dapat dilihat pada tabel 2.1 dan 2.2. *Likelihood* didapat dari histori kecelakaan kerja pada pekerjaan tersebut, dapat juga membandingkan dari beberapa sumber yang menyajikan kemungkinan kecelakaan kerja pada pekerjaan tersebut, dan dapat juga dengan pengalaman pelaksana dengan kondisi yang sama.

Tabel 2.1 Skala *likelihood*[13]

No.	Probabilitas	Penjelasan
1.	Jarang	Tidak pernah terjadi dalam keadaan normal akan tetapi mungkin terjadi ;Probabilitas $X \leq 2\%$
2.	Kemungkinan Kecil	Tidak diharapkan terjadi tetapi telah diketahui dapat terjadi ;Probabilitas $2\% \leq X \leq 10\%$
3.	Kemungkinan Sedang	Ada kemungkinan dan mungkin terjadi dalam beberapa keadaan ;Probabilitas $10\% \leq X \leq 35\%$
4.	Kemungkinan Besar	Akan mungkin terjadi pada banyak keadaan ;Probabilitas $35\% \leq X \leq 60\%$
5.	Hampir Pasti	Mungkin terjadi pada setiap keadaan ;Probabilitas $60\% \leq X \leq 100\%$

Tabel 2.2 Skala dampak[13]

Level	Dampak	Aspek			
		Kinerja	Financial	Citra	Keselamatan
1.	Tidak Signifikan	Target kinerja tidak tercapai $\leq 20\%$	Kerugian financial kecil	Timbulnya publisitas jelek di lingkungan internal	Kecelakaan kerja dengan dampak luka kecil tanpa perlu bantuan dokter
2.	Kecil	Target kinerja tidak tercapai $\geq 20\%$ sampai $\geq 40\%$	Kerugian finansial sedang	Tidak merusak reputasi perusahaan terhadap publik	Kecelakaan dengan dampak luka besar perlu bantuan dokter perusahaan
3.	Sedang	Target kinerja tidak tercapai $\geq 40\%$ sampai $\geq 60\%$	Kerugian finansial cukup besar	Publisitas buruk, hukum implikasi berdampak terhadap waktu	Kecelakaan dengan dampak luka besar perlu bantuan dokter spesialis tanpa opname
4.	Besar	Target kinerja tidak tercapai $\geq 60\%$ sampai $\geq 80\%$	Kerugian finansial besar	Kerugian publisitas besar, kepercayaan publik menurun	Kecelakaan dengan dampak luka besar perlu bantuan dokter spesialis dan perlu opname
5.	Sangat besar	Target kinerja tidak tercapai $\geq 80\%$	Kerugian finansial sangat besar	Sangat merusak, kehilangan kepercayaan publik berat	Kecelakaan kerja dengan dampak luka sangat parah dan mematikan

Matrik risiko di bawah ini digunakan sebagai kriteria untuk menentukan batas antara risiko yang tidak dapat diterima dan diterima sesuai level risiko yang ditetapkan. Hal ini agar penentuan pengendalian risiko untuk lebih baik dan tepat. Matrik risiko dapat ditunjukkan seperti gambar 2.10.

Dampak	Katastropik (5)	5 Supplementary Issue	10 Issue	15 Unacceptable	20 Unacceptable	25 Unacceptable
	Besar (4)	4 Acceptable	8 Supplementary Issue	12 Issue	16 Unacceptable	20 Unacceptable
	Sedang (3)	3 Acceptable	6 Supplementary Issue	9 Issue	12 Issue	15 Unacceptable
	Kecil (2)	2 Acceptable	4 Acceptable	6 Supplementary Issue	8 Supplementary Issue	10 Issue
	Tidak Signifikan (1)	1 Acceptable	2 Acceptable	3 Acceptable	4 Acceptable	5 Supplementary Issue
		Jarang (1)	Kemungkinan Kecil (2)	Kemungkinan Sedang (3)	Kemungkinan Besar (4)	Hampir Pasti (5)
		Likelihood				

Gambar 2.10 Kriteria Risiko[14]

2.10 Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian terkait dengan penelitian ini antara lain: **Chantrapornchai.C dan Leadprathom.T**,[15] dengan judul “*Project Management Software Allocation and schedulling Aspects.*” Penelitian ini menganalisis aspek alokasi sumber daya dan penjadwalan dengan database yang berisi informasi tentang proyek, WBS , sumber daya serta waktu proyek. Penelitian ini

mengimplementasikan dalam perangkat lunak manajemen proyek. Tujuan umum dari penjadwalan atau alokasi yaitu untuk menciptakan tugas yang meminimalkan biaya total proyek dan dapat diselesaikan dalam jangka waktu tertentu. Metode penelitian yang digunakan yaitu dengan melakukan perbandingan *software* manajemen proyek. Dari penelitian tersebut didapat kesimpulan bahwa penjadwalan dan pengalokasian pada suatu proyek sangat penting dan berhubungan satu sama lain. *Software* yang paling baik dan memiliki keterkaitan antara perencanaan dan alokasi sumber daya adalah Microsoft Project.

Agnieszka Dziadosz dan Mariusz Rejment, [16] dengan judul “*Risk analysis in construction project - chosen methods.*” Pada penelitian tersebut peneliti menganalisis manajemen risiko pada proyek konstruksi. Analisis tersebut sangat penting untuk proses pengambilan keputusan serta penjelasan pelaksanaan dari suatu perencanaan proyek konstruksi. Peneliti tersebut menggunakan pendekatan multi aspek untuk mengidentifikasi risiko yang terjadi. Penelitian ini menggunakan metode dengan kerangka pikir yaitu identifikasi risiko, analisis risiko, analisis manfaat dan biaya untuk estimasi varian, penilaian risiko, dan terakhir pemantauan. Peneliti menggunakan matrik risiko untuk mengelompokkan risiko yang ada agar lebih mudah dipahami dan menggunakan pendekatan statistik. Peneliti menyimpulkan bahwa manajemen proyek memerlukan pendekatan yang fleksibel yang memungkinkan untuk menangkap perubahan risiko serta perlunya penangan dari risiko tersebut.

Danny Setiawan, Mandiyo Priyo, dan Anita Widiyanti, [17] dengan judul “Analisis Percepatan Waktu Proyek dengan Tambahan Biaya yang Optimum.” Studi kasus pada Proyek Pekerjaan Pembangunan Gedung Mako Polsek Jetis Type 305 dan Fasum Gedung Mako Polsek Jetis – Yogyakarta. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perubahan biaya dan waktu pelaksanaan proyek dengan variasi penambahan jam kerja dari 1 jam lembur sampai 4 jam lembur dengan menggunakan program Microsoft Project. Metode penelitian menggunakan analisis

data. Data yang digunakan adalah data sekunder dan data primer berupa hasil analisa dengan menggunakan program Microsoft Project meliputi daftar bahan dan upah tenaga kerja, Rencana Anggaran Biaya (RAB) proyek. Hasil penelitian: (1) Biaya proyek pada saat kondisi normal tanpa penambahan jam lembur diperoleh sebesar Rp. 1.079.356.295,00 dengan durasi 117 hari. Dengan penambahan 4 jam kerja maka waktu proyek berkurang menjadi 100,15 hari dan penambahan biaya sebesar Rp. 1.301.077.370,95. (2) Biaya dan waktu yang optimum setelah dilakukan penambahan jam kerja adalah pada saat penambahan 1 jam kerja yaitu pada durasi 109,48 hari dengan biaya total sebesar Rp. 1.176.201.186,00.

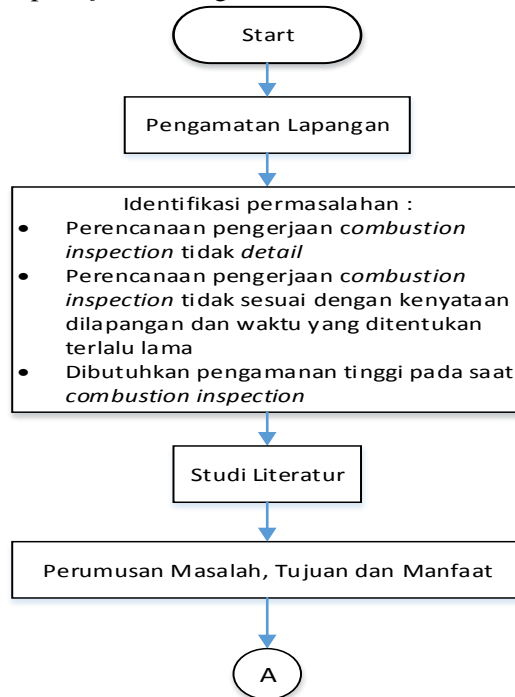
Pada penelitian yang dilakukan oleh **Chantrapornchai.C** dan **Leadprathom.T**, sudah menggunakan prosedur perencanaan manajemen proyek. Penelitian ini hanya membandingkan dan mencari *software* yang mempunyai keterkaitan antara perencanaan dan sumber daya. Microsoft Project yang paling baik dari beberapa *software* yang dibandingkan. Pada penelitian yang dilakukan oleh **Agnieszka Dziadosz** dan **Mariusz Rejment**, sudah menggunakan prosedur manajemen risiko yang baik, akan tetapi dasar dari pembuatan manajemen risiko belum ditunjukkan. Pada penelitian pembuatan manajemen risiko untuk pengerjaan *combsuiton inspection* turbin gas, akan menggunakan dasar standar ISO 31000 agar pekerjaan lebih sistematis dan memiliki standar. Pada penelitian yang dilakukan oleh **Danny Setiawan**, **Mandiyo Priyo**, dan **Anita Widiанти**, sudah melakukan sesuai prosedur perencanaan manajemen proyek yang benar. Secara garis besar penelitian tersebut sesuai dengan penelitian yang akan dilakukan pada perencanaan pelaksanaan *combustion inspection* turbin gas.

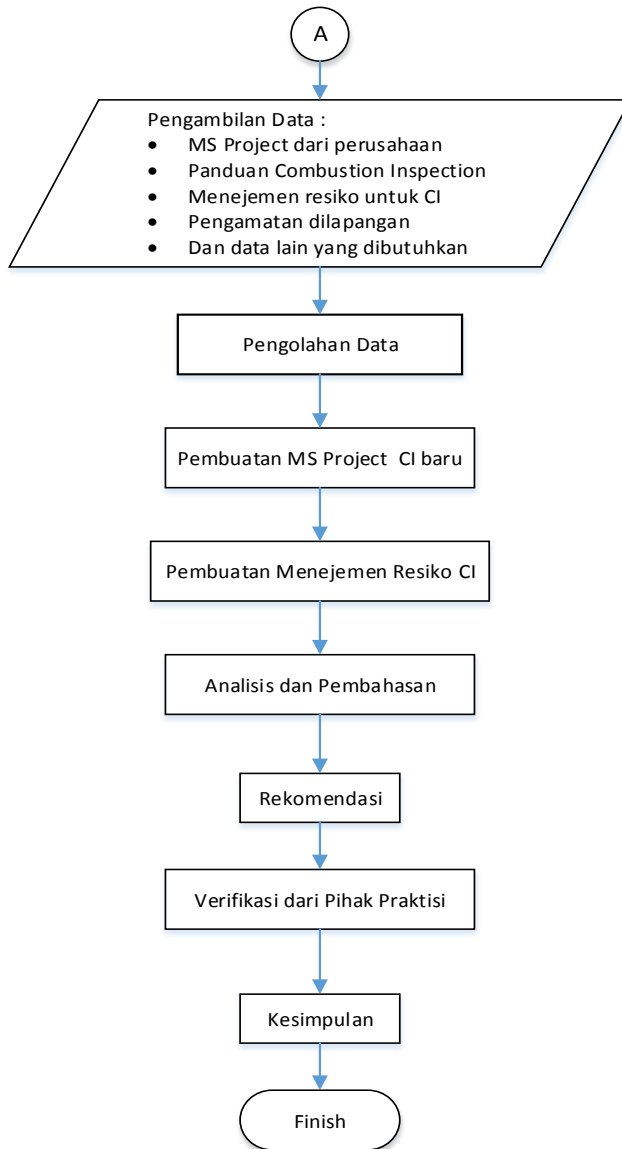
BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini berisi metode penelitian yang digunakan dan dilengkapi dengan penjelasan setiap proses penelitian. Penjelasan proses penelitian sangat dibutuhkan untuk menunjang penelitian ini dan menjadi lebih mudah apabila disertai dengan *flowchart* penelitian. Dalam bab ini akan diulas tentang pembuatan perencanaan pelaksanaan serta manajemen risiko *combustion inspection* dan metode analisis perencanaan tersebut.

3.1. Diagram Alir Penelitian

Urutan langkah-langkah penelitian yang akan dilakukan dapat dilihat pada *flowchart* gambar 3.1.





Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.2. Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan langkah-langkah sesuai dengan *flowchart* di atas agar mendapatkan hasil yang baik untuk mendapatkan penyelesaian permasalahan yang ada di PT.Petrokimia Gresik. Urutan prosedur penelitian dapat dijabarkan sesuai penjelasan berikut.

3.2.1 Pengamatan Lapangan

Penelitian ini dilakukan di Departemen Utilitas Pabrik I PT. Petrokimia Gresik. Penelitian bertepatan dengan pelaksanaan *combustion inspection* GTG yang dilakukan Departemen Utilitas. Departemen Utilitas bertugas memenuhi kebutuhan listrik guna mendukung proses produksi pupuk. Peneliti melakukan pengamatan lapangan dan konsultasi dengan pembimbing di pabrik, dengan tujuan untuk mencari permasalahan yang harus diselesaikan dan dapat diangkat sebagai topik tugas akhir.

3.2.2 Identifikasi Permasalahan

Setelah melakukan pengamatan lapangan, peneliti mendapatkan beberapa masalah yang dapat diangkat sebagai topik tugas akhir dan mencari solusi dari permasalahan tersebut. Peneliti melakukan konsultasi dengan pembimbing baik dari pihak kampus maupun pihak perusahaan. Permasalahan tersebut bisa dijelaskan pada paragraf di bawah.

Combustion inspection merupakan perawatan pada *Gas Turbine Generator* yang termasuk perawatan jenis *preventive maintenance*. Pelaksanaan perawatan pada kenyataannya selalu tidak sesuai dengan perencanaan yang dilakukan oleh pihak *planner*. Perencanaan yang dilakukan oleh pihak *planner* kurang *detail*, mengakibatkan pelaksana harus mengaji ulang perencanaan tersebut agar sesuai dengan kenyataan dilapangan dan sesuai prosedur dari OEM. Pelaksanaan *combustion inspection* pada kenyataannya lebih cepat selesainya dari pada perencanaan yang ada. Jika dalam perencanaan dibutuhkan 14 hari, kenyataannya bisa diselesaikan dalam durasi 12 hari.

Kenyataan ini membuktikan bahwa pekerjaan akan bisa lebih cepat terselesaikan dengan perencanaan yang lebih baik lagi. Jika proses pelaksanaan lebih cepat maka *shutdown* akan lebih pendek dan kerugian waktu produksi dapat dikurangi.

4 6.2 UNIT UTILITAS	19.21 days	Thu 07/01/16	Tue 26/01/16		1.
4 6.2.1 GT-2280 : COMBUSTION INSPECTION	14.04 days	Sat 09/01/16	Sat 23/01/16		
6.2.1.1 Remove Combustion Accessories	24 hrs	Sun 10/01/16		34	M1.1
6.2.1.2 Remove Spray Nozzle	24 hrs	Mon 11/01/16	Tue 12/01/16	450	M1.1
6.2.1.3 Remove Combustion Can Cover	24 hrs	Mon 11/01/16	Tue 12/01/16	450	M1.1
6.2.1.4 Remove X Fire Tube & Combustion Liner	24 hrs	Mon 11/01/16	Tue 12/01/16	450	M1.1
6.2.1.5 Remove FWD & AST Flow Serve	24 hrs	Mon 11/01/16	Tue 12/01/16	450	M1.1
6.2.1.6 Unbolting Combustion Can	24 hrs	Mon 11/01/16	Tue 12/01/16	450	M1.1
6.2.1.7 Remove Accessories Gear	24 hrs	Wed 13/01/16	Thu 14/01/16	52,453;454;455	M1.1
6.2.1.8 Remove Seal Plate Exhaust	24 hrs	Wed 13/01/16	Thu 14/01/16	52,453;454;455	M1.1
6.2.1.9 Remove Combustion Can	24 hrs	Fri 15/01/16	Sat 16/01/16	456;457	M1.1
6.2.1.10 Remove Transition Piece	24 hrs	Fri 15/01/16	Sat 16/01/16	456;457	M1.1
6.2.1.11 Inspect FWD & AFT Flow Sieve	25 hrs	Fri 15/01/16	Sun 17/01/16	456;457	M1.1
6.2.1.12 Install Transition Piece	24 hrs	Sun 17/01/16	Tue 19/01/16	458;459;460	M1.1
6.2.1.13 Install Combustion Can	24 hrs	Sun 17/01/16	Tue 19/01/16	458;459;460	M1.1
6.2.1.14 Install FWD & AFT Flow Sleeve	24 hrs	Sun 17/01/16	Tue 19/01/16	458;459;460	M1.1
6.2.1.15 Install Combustion Liner & X fire Tube	24 hrs	Tue 19/01/16	Thu 21/01/16	461;462;463	M1.1
6.2.1.16 Assembly Cover Combustion Can	24 hrs	Tue 19/01/16	Thu 21/01/16	461;462;463	M1.1
6.2.1.17 Install Spray Nozzle	24 hrs	Tue 19/01/16	Thu 21/01/16	461;462;463	M.1
6.2.1.18 Install Combustion Accessories	24 hrs	Thu 21/01/16	Sat 23/01/16	464;465;466	M1.1
6.2.1.19 Install Accessories Gear	24 hrs	Thu 21/01/16	Sat 23/01/16	464;465;466	M1.1
6.2.1.20 Install Seal Plate Exhaust	24 hrs	Thu 21/01/16	Sat 23/01/16	464;465;466	M1.1

Gambar 3.2 Perencanaan pelaksanaan *combustion inspection*

Setiap pekerjaan yang dilakukan pasti memiliki risiko. Beberapa risiko tidak dapat dihilangkan, akan tetapi hanya bisa dikendalikan dengan tindakan yang benar serta alat pelindung diri. Pelaksanan *combustion inspection* memerlukan manajemen risiko agar memberikan informasi kepada pelaksana tentang sejauh mana risiko dari pekerjaan yang mereka lakukan dan menjaga agar tidak muncul kejadian yang tidak diinginkan. Hal tersebut bertujuan untuk mencapai *zero accident* pada setiap pekerjaan yang dilakukan. Manajemen risiko pekerjaan *combustion inspection* pada turbin gas saat ini belum ada, padahal hal tersebut sangat penting.



Gambar 3.3 Pelaksanaan *combustion inspection*

3.2.3 Studi Literatur

Studi literatur sangat dibutuhkan sebagai dasar dalam pengerjaan penelitian. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan teori yang berhubungan dengan penelitian, sehingga peneliti dapat membuat solusi dari permasalahan yang diangkat. Teori yang dibutuhkan antara lain tentang turbin gas, perencanaan dengan *software* manajemen proyek, perawatan pada *equipment*, dan manajemen risiko.

3.2.4 Perumusan masalah, tujuan dan manfaat

Identifikasi masalah didapat dari hasil pengamatan di lapangan serta diskusi dengan pembimbing dari kampus maupun dari perusahaan, sehingga didapat masalah yang dapat diangkat sebagai topik tugas akhir. Hal tersebut diharapkan dapat menyelesaikan masalah yang ada pada PT. Petrokimia Gresik kedepannya.

3.2.5 Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan sebagai dasar dalam pengerjaan tugas akhir ini. Data tersebut berupa kondisi aktual di lapangan, manajemen proyek pekerjaan *combustion inspection* dari *planner*, spesifikasi *equipment*, panduan perawatan turbin dari OEM,

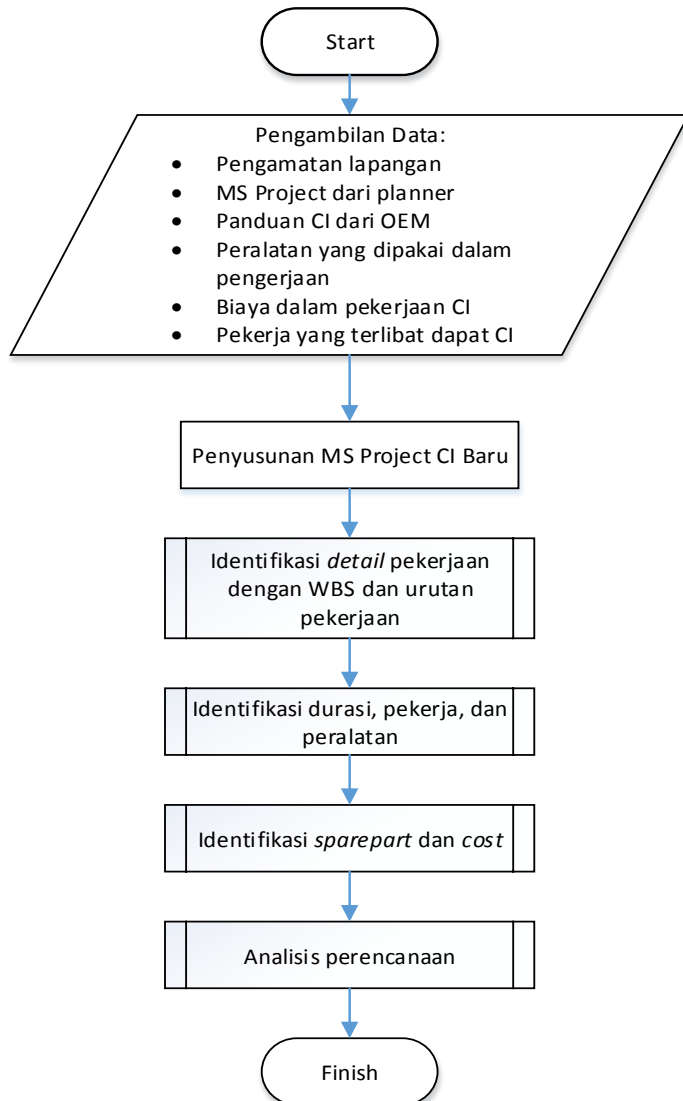
history kecelakaan kerja dari pekerjaan *combustion inspection* dan data lain yang dibutuhkan.

3.2.6 Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan untuk menyusun data yang sudah didapat dan membuatnya menjadi sebuah perencanaan *combustion inspection* serta manajemen risiko dari pengerjaan *combustion inspection* tersebut. Pengolahan data ini dibagi menjadi dua bagian yaitu pembuatan manajemen proyek untuk *combustion inspection* dan pembuatan manajemen risiko dari *combustion inspection* tersebut.

3.2.7 Pembuatan Manajemen Proyek *Combustion Inspection*

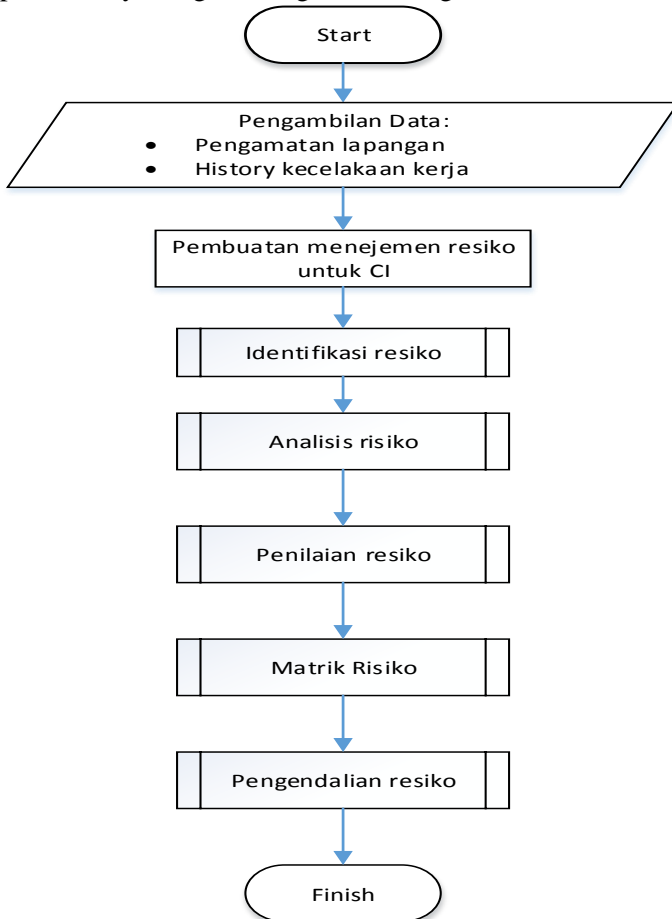
Pembuatan manajemen proyek untuk *combustion inspection* dilakukan untuk memperbaiki perencanaan yang dilakukan oleh pihak *planner*. Dalam pembuatan perencanaan ini selalu didampingi oleh pembimbing dari pabrik sebagai pelaksana pekerjaan *combustion inspection*. Hal tersebut bertujuan agar perencanaan sesuai dengan kenyataan di lapangan dan didapat hasil perencanaan yang baik. Pembuatan manajemen proyek ini perlu adanya langkah-langkah sesuai gambar 3.4 berikut.



Gambar 3.4 Diagram alir pembuatan manajemen proyek perawatan baru

3.2.8 Pembuatan Manajemen Risiko *Combustion Inspection*

Pembuatan manajemen risiko untuk *combustion inspection* ini bertujuan untuk memaparkan risiko yang dapat timbul dari pengerjaan *combustion inspection*, sehingga pekerja memahami pekerjaan yang mereka lakukan. Dalam pembuatan manajemen risiko perlu adanya langkah-langkah sesuai gambar 3.5 berikut.



Gambar 3.5 Diagram alir pembuatan manajemen risiko *combustion inspection*

3.2.9 Analisis dan Pembahasan

Analisis dari manajemen proyek perencanaan pelaksanaan dan manajemen risiko *combustion inspection* yang sudah dibuat yang lebih baik tersebut, dilakukan dengan menggunakan metode CPM dan membandingkan perencanaan dari *planner* dan perencanaan yang baru serta menganalisis kemungkinan risiko yang terjadi dengan dampak yang dapat ditimbulkan. Hal tersebut bertujuan untuk mendapat perencanaan *combustion inspection* yang baik dan manajemen risiko dari pengerjaan *combustion inspection* itu sendiri.

3.2.10 Rekomendasi

Dari hasil analisa dan pembahasan yang telah dilakukan maka dapat dibuat rekomendasi untuk pengerjaan *combustion inspection* dan manajemen risiko dari pekerjaan tersebut. Hal tersebut dapat sangat membantu dalam pelaksana di Departemen Utilitas PT. Petrokimia Gresik.

3.2.11 Verifikasi dari Pihak Praktisi

Hasil analisis, pembahasan, dan rekomendasi yang didapat perlu adanya verifikasi dari pihak praktisi. Hal ini bertujuan agar pekerjaan yang dilakukan bisa diterima oleh pelaksana dan sesuai kenyataan di lapangan.

3.2.12 Kesimpulan

Dari rangkaian proses penelitian di atas dan hasil yang didapat, penulis dapat menarik kesimpulan penelitian yang telah dilakukan.

3.3 Spesifikasi Turbin Gas

PT. Petrokimia Gresik memakai turbin gas dari perusahaan *General Electric* dengan spesifikasi pada tabel 3.1 di bawah ini.

Tabel 3.1 Spesifikasi turbin gas

Gas Turbine / Model	Ms-6001-B
Turbine Serial Number	295736
Rating	33.640 Kw
Rotor speed	5100 RPM
Air Inlet temperature	15 °C
Exhaust temperature	554 °C
Accessory Gear Model	6810-1345-51-15
Accessory Gear Serial Number	5020
Rating	650 Hp
Driven Equipment / Model	Generator
Serial Number	336x452
Rating	44.930 Kva
Load Gear Model	S 644-B
Load Gear Serial Number	144296
Rating	68.391 Hp
Type Of Fuel	N.G. & Liquid Fuel
Type Of Outage	Planned

**Gambar 3.6** Turbin Gas MS-6001-B GE di PT. Petrokimia Gresik

BAB IV

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang analisis dan pembahasan dari perencanaan pelaksanaan perawatan turbin gas, yaitu *combustion inspection* yang sudah ada dan perbaikan perencanaan pelaksanaan tersebut. Kedua perencanaan tersebut memiliki kesamaan, yaitu sama- sama dibuat pada *software* manajemen proyek. Analisis perencanaan pada penelitian ini dilakukan dengan dasar perencanaan perawatan yang baik meliputi beberapa aspek penting yang berkaitan dengan perencanaan proyek, yaitu *project scope management*, *project time management*, *project cost management*, *project quality management*, *project resources management*, dan *project risk management*.

4.1 Perencanaan dari Pihak *Planner* untuk *Combustion Inspection*

Perencanaan dari pihak *planner* meliputi pekerjaan yang dilakukan, durasi pekerjaan, urutan pekerjaan, dan pelaksana yang bertugas. Perencanaan yang dilakukan oleh *planner* untuk pekerjaan *combustion inspection* secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran 1, sedangkan cuplikan perencanaan ditampilkan pada Gambar 4.1. Suatu perencanaan merupakan bahasa tertulis antara *planner* dan pelaksana dalam menyelesaikan suatu tujuan bersama, sehingga perencanaan harus jelas dan informatif. Pada kenyataannya perencanaan tidak sesuai dengan kondisi lapangan dan kurang *detail*, sebagai contoh misalnya pada aktivitas *remove combustion accessories* belum dijelaskan secara *detail sub deliverable* dari pembongkaran *combustion accessories*, peralatan yang dipakai, durasi pekerjaan yang tidak sesuai kondisi di lapangan dan jumlah sumber daya manusia yang digunakan. Perencanaan tersebut belum bisa dikatakan baik karena belum memenuhi aspek penting suatu manajemen proyek, yaitu *project scope management*, *project time management*, *project cost management*, *project quality management*, *project resources*

management, dan *project risk management*. Perencanaan merupakan acuan baik untuk pihak manajemen maupun pihak pelaksana. Perencanaan ini digunakan sebagai perijinan *shutdown* pabrik, yang artinya hal tersebut sangat berpengaruh pada kapasitas produksi tahunan pabrik. Perusahaan juga membeli listrik dari PLN pada waktu pabrik *shutdown* untuk operasional pabrik sebesar 24 WM. Hal ini sangat merugikan perusahaan bila durasi penyelesaian perawatan turbin gas lama.

Task Name	Duration	Start	Finish	Predecessors	Scope
# 6.2.1 GT-2280 : COMBUSTION INSPECTION	14.04 days	Tue 12/01/16	Tue 26/01/16		
6.2.1.1 Remove Combustion Accessories	24 hrs	Tue 12/01/16	Wed 13/01/16	34	M1.1
6.2.1.2 Remove Spray Nozzle	24 hrs	Thu 14/01/16	Fri 15/01/16	454	M1.1
6.2.1.3 Remove Combustion Can Cover	24 hrs	Thu 14/01/16	Fri 15/01/16	454	M1.1
6.2.1.4 Remove X Fire Tube & Combustion Liner	24 hrs	Thu 14/01/16	Fri 15/01/16	454	M1.1
6.2.1.5 Remove FWD & AST Flow Serve	24 hrs	Thu 14/01/16	Fri 15/01/16	454	M1.1
6.2.1.6 Unbolting Combustion Can	24 hrs	Thu 14/01/16	Fri 15/01/16	454	M1.1
6.2.1.7 Remove Accessories Gear	24 hrs	Sat 16/01/16	Sun 17/01/16	455;456;457;458;459	M1.1
6.2.1.8 Remove Seal Plate Exhaust	24 hrs	Sat 16/01/16	Sun 17/01/16	455;456;457;458;459	M1.1
6.2.1.9 Remove Combustion Can	24 hrs	Mon 18/01/16	Tue 19/01/16	460;461	M1.1
6.2.1.10 Remove Transition Piece	24 hrs	Mon 18/01/16	Tue 19/01/16	460;461	M1.1
6.2.1.11 Inspect FWD & AFT Flow Sleeve	25 hrs	Mon 18/01/16	Wed 20/01/16	460;461	INSP-UT
6.2.1.12 Install Transition Piece	24 hrs	Wed 20/01/16	Fri 22/01/16	462;463;464	M1.1
6.2.1.13 Install Combustion Can	24 hrs	Wed 20/01/16	Fri 22/01/16	462;463;464	M1.1
6.2.1.14 Install FWD & AFT Flow Sleeve	24 hrs	Wed 20/01/16	Fri 22/01/16	462;463;464	M1.1
6.2.1.15 Install Combustion Liner & X fire Tube	24 hrs	Fri 22/01/16	Sun 24/01/16	465;466;467	M1.1
6.2.1.16 Assembly Cover Combustion Can	24 hrs	Fri 22/01/16	Sun 24/01/16	465;466;467	M1.1
6.2.1.17 Install Spray Nozzle	24 hrs	Fri 22/01/16	Sun 24/01/16	465;466;467	M1.1
6.2.1.18 Install Combustion Accessories	24 hrs	Sun 24/01/16	Tue 26/01/16	468;469;470	M1.1
6.2.1.19 Install Accessories Gear	24 hrs	Sun 24/01/16	Tue 26/01/16	468;469;470	M1.1
6.2.1.20 Install Seal Plate Exhaust	24 hrs	Sun 24/01/16	Tue 26/01/16	468;469;470	M1.1

Gambar 4.1 Perencanaan perawatan dari pihak *planner*, mengenai *sub deliverable remove combustion accessories*

4.1.1 Analisis *Project Scope Management* dari *Planner*

Jenis pekerjaan besar dan pekerjaan kecil pada perencanaan yang dilakukan oleh pihak *planner* belum bisa dibedakan. Hal tersebut dapat terlihat dari perencanaan yang tidak memiliki tahapan pelaksanaan, yaitu persiapan, pembongkaran, inspeksi, pemasangan, dan *finishing*. Perencanaan ini sangat sulit dipahami karena banyak pekerjaan yang dilakukan secara bersamaan, untuk lebih jelasnya, dapat dilihat pada Lampiran 1. Pada perencanaan ini bisa dikatakan kurang *detail*. Hal tersebut dapat dibuktikan dengan mengambil salah satu contoh *sub deliverable*, misalnya

inspect FWD dan *AFT flow sleeve*. Perencanaan yang dilakukan tidak mengacu pada urutan pekerjaan sesuai petunjuk dari OEM. *Sub deliverable* tersebut seharusnya termasuk dalam kegiatan inspeksi dan memiliki beberapa *sub deliverable* lainnya. Pekerjaan inspeksi seharusnya dilakukan setelah *spare part* ter bongkar secara keseluruhan, namun perencanaan tersebut dilakukan bersamaan dengan pembongkaran. Dalam perencanaan tersebut semua informasi yang berkaitan dengan *sub deliverable* tidak diberikan pada perencanaan, sehingga dengan membaca perencanaan tersebut seorang pelaksana belum bisa mengetahui dengan jelas apa yang akan mereka lakukan. Suatu perencanaan seharusnya memiliki tahapan yang jelas, sesuai petunjuk perawatan yang dipakai, *detail sub deliverable*, dan semua informasi diberikan pada fasilitas *note* untuk memperjelas *sub deliverable*. Perencanaan seharusnya menjadi acuan yang jelas dalam pelaksanaan proyek perawatan ini. Tolok ukur keberhasilan suatu kegiatan juga seharusnya dimasukkan dalam perencanaan, guna mengetahui ketercapainya tujuan setiap *sub deliverable* dengan baik. Semua hal tersebut bertujuan agar mempermudah pelaksana dalam melakukan pekerjaan mereka. *Project scope management* dari *planner*, mengenai *sub deliverable inspect FWD* dan *AFT flow sleeve* dapat dilihat pada Gambar 4.2 sebagai berikut.

Task Name	Duration	Start	Finish	Predecessors	Scope
4.6.2.1 GT-2280 : COMBUSTION INSPECTION	14,04 days	Tue 12/01/16	Tue 26/01/16		
note 6.2.1.1 Remove Combustion Accessories	24 hrs	Tue 12/01/16	Wed 13/01/16	34	M1.1
6.2.1.2 Remove Spray Nozzle	24 hrs	Thu 14/01/16	Fri 15/01/16	454	M1.1
6.2.1.3 Remove Combustion Can Cover	24 hrs	Thu 14/01/16	Fri 15/01/16	454	M1.1
6.2.1.4 Remove X Fire Tube & Combustion Liner	24 hrs	Thu 14/01/16	Fri 15/01/16	454	M1.1
6.2.1.5 Remove FWD & AST Flow Serve	24 hrs	Thu 14/01/16	Fri 15/01/16	454	M1.1
6.2.1.6 Unbolting Combustion Can	24 hrs	Thu 14/01/16	Fri 15/01/16	454	M1.1
6.2.1.7 Remove Accessories Gear	24 hrs	Sat 16/01/16	Sun 17/01/16	455;456;457;458;459	M1.1
6.2.1.8 Remove Seal Plate Exhaust	24 hrs	Sat 16/01/16	Sun 17/01/16	455;456;457;458;459	M1.1
6.2.1.9 Remove Combustion Can	24 hrs	Mon 18/01/16	Tue 19/01/16	460;461	M1.1
6.2.1.10 Remove Transition Piece	24 hrs	Mon 18/01/16	Tue 19/01/16	460;461	M1.1
6.2.1.11 Inspect FWD & AFT Flow Sleeve	25 hrs	Mon 18/01/16	Wed 20/01/16	460;461	INS-UT
6.2.1.12 Install Transition Piece	24 hrs	Wed 20/01/16	Fri 22/01/16	462;463;464	M1.1
6.2.1.13 Install Combustion Can	24 hrs	Wed 20/01/16	Fri 22/01/16	462;463;464	M1.1
6.2.1.14 Install FWD & AFT Flow Sleeve	24 hrs	Wed 20/01/16	Fri 22/01/16	462;463;464	M1.1
6.2.1.15 Install Combustion Liner & X fire Tube	24 hrs	Fri 22/01/16	Sun 24/01/16	465;466;467	M1.1
6.2.1.16 Assembly Cover Combustion Can	24 hrs	Fri 22/01/16	Sun 24/01/16	465;466;467	M1.1
6.2.1.17 Install Spray Nozzle	24 hrs	Fri 22/01/16	Sun 24/01/16	465;466;467	M1.1
6.2.1.18 Install Combustion Accessories	24 hrs	Sun 24/01/16	Tue 26/01/16	468;469;470	M1.1
6.2.1.19 Install Accessories Gear	24 hrs	Sun 24/01/16	Tue 26/01/16	468;469;470	M1.1
6.2.1.20 Install Seal Plate Exhaust	24 hrs	Sun 24/01/16	Tue 26/01/16	468;469;470	M1.1

Gambar 4.2 *Project scope management dari planner, mengenai sub deliverable inspect FWD dan AFT flow sleeve*

4.1.2 Analisis *Project Time Management* dari *Planner*

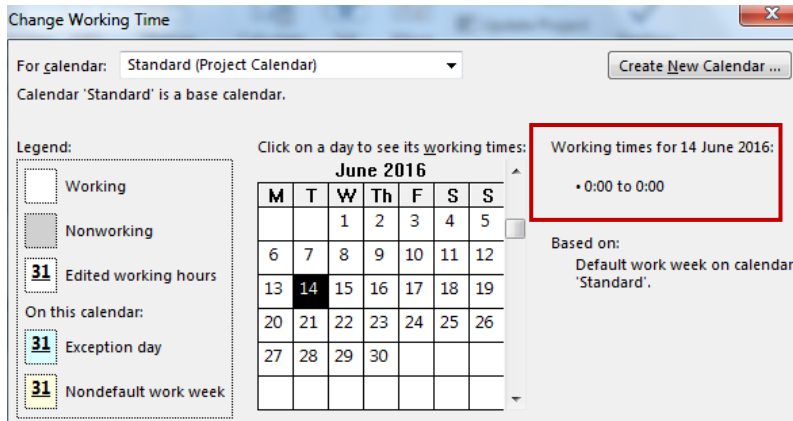
Pada perencanaan yang dilakukan oleh pihak *planner* durasi untuk menyelesaikan suatu *sub deliverable* tidak sesuai dengan kondisi di lapangan, hal tersebut dapat terlihat dari semua durasi *sub deliverable* dibuat estimasi pengerjaan 24 jam. Perencanaan dari *planner* menggunakan *single time estimate*. Perencanaan dari *planner* ini yang dipakai sebagai acuan untuk melakukan perijinan *turn around* turbin gas, jika waktu yang dibutuhkan untuk perawatan turbin gas lama dapat menyebabkan kerugian yang besar bagi perusahaan. Suatu perencanaan seharusnya mampu menjamin agar proyek dapat terselesaikan tepat waktu dengan tetap memperhatikan keterbatasan yang dimiliki suatu perusahaan. Estimasi waktu penyelesaian suatu pekerjaan dapat ditentukan dengan menyesuaikan kondisi di lapangan, koordinasi dengan pelaksana dan kemampuan sumber daya manusia yang dimiliki perusahaan. Diharapkan dengan didapatkan estimasi

waktu penyelesaian pekerjaan yang tepat, *planner* mampu mengawasi jalannya proyek perawatan atas dasar estimasi waktu tersebut. *Project time management* dari *planner* dapat dilihat pada Gambar 4.3 sebagai berikut.

Task Name	Duration	Start	Finish	Predecessors	Scope
6.2.1 GT-2280 : COMBUSTION INSPECTION	14,04 days	Tue 12/01/16	Tue 26/01/16		
6.2.1.1 Remove Combustion Accessories	24 hrs	Tue 12/01/16	Wed 13/01/16	34	M1.1
6.2.1.2 Remove Spray Nozzle	24 hrs	Thu 14/01/16	Fri 15/01/16	454	M1.1
6.2.1.3 Remove Combustion Can Cover	24 hrs	Thu 14/01/16	Fri 15/01/16	454	M1.1
6.2.1.4 Remove X Fire Tube & Combustion Liner	24 hrs	Thu 14/01/16	Fri 15/01/16	454	M1.1
6.2.1.5 Remove FWD & AST Flow Serve	24 hrs	Thu 14/01/16	Fri 15/01/16	454	M1.1
6.2.1.6 Unbolting Combustion Can	24 hrs	Thu 14/01/16	Fri 15/01/16	454	M1.1
6.2.1.7 Remove Accessories Gear	24 hrs	Sat 16/01/16	Sun 17/01/16	455;456;457;458;459	M1.1
6.2.1.8 Remove Seal Plate Exhaust	24 hrs	Sat 16/01/16	Sun 17/01/16	455;456;457;458;459	M1.1
6.2.1.9 Remove Combustion Can	24 hrs	Mon 18/01/16	Tue 19/01/16	460;461	M1.1
6.2.1.10 Remove Transition Piece	24 hrs	Mon 18/01/16	Tue 19/01/16	460;461	M1.1
6.2.1.11 Inspect FWD & AFT Flow Sleeve	25 hrs	Mon 18/01/16	Wed 20/01/16	460;461	INSP-UT
6.2.1.12 Install Transition Piece	24 hrs	Wed 20/01/16	Fri 22/01/16	462;463;464	M1.1
6.2.1.13 Install Combustion Can	24 hrs	Wed 20/01/16	Fri 22/01/16	462;463;464	M1.1
6.2.1.14 Install FWD & AFT Flow Sleeve	24 hrs	Wed 20/01/16	Fri 22/01/16	462;463;464	M1.1
6.2.1.15 Install Combustion Liner & X fire Tube	24 hrs	Fri 22/01/16	Sun 24/01/16	465;466;467	M1.1
6.2.1.16 Assembly Cover Combustion Can	24 hrs	Fri 22/01/16	Sun 24/01/16	465;466;467	M1.1
6.2.1.17 Install Spray Nozzle	24 hrs	Fri 22/01/16	Sun 24/01/16	465;466;467	M1.1
6.2.1.18 Install Combustion Accessories	24 hrs	Sun 24/01/16	Tue 26/01/16	468;469;470	M1.1
6.2.1.19 Install Accessories Gear	24 hrs	Sun 24/01/16	Tue 26/01/16	468;469;470	M1.1
6.2.1.20 Install Seal Plate Exhaust	24 hrs	Sun 24/01/16	Tue 26/01/16	468;469;470	M1.1

Gambar 4.3 *Project time management* dari *planner*

Perencanaan ini menggunakan *single time estimate* sehingga durasi pengerjaan kegiatan bisa langsung dimasukkan ke dalam jaringan kerja, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Lampiran 2. Pada perencanaan ini, *planner* menggunakan waktu kerja 24 jam, yaitu dari pukul 0:00 sampai pukul 0:00 kembali. Hal ini sangat tidak sesuai dengan kenyataan di lapangan. Pada kenyataannya semua pekerja berhenti bekerja sekitar pukul 21.00-23.00 akan tetapi aturan perusahaan, pekerjaan seharusnya sudah berhenti bekerja pada pukul 21.00. Hal tersebut disebabkan dari perencanaan yang tidak baik. Waktu kerja yang diterapkan oleh pihak *planner* dapat dilihat pada Gambar 4.4 sebagai berikut.



Gambar 4.4 *Working time turn around Combustion Inspection dari planner*

Setelah dilakukan analisis mengenai durasi penyelesaian proyek perawatan menggunakan metode CPM didapatkan beberapa hal dalam perencanaan dari pihak *planner*, yaitu:

Tabel 4.1 Hasil analisis perencanaan dari pihak *planner*

Perencanaan dari Pihak <i>Planner</i>	Hasil
<i>Total Task</i> (jam)	481 (Lampiran 2)
<i>Expected Time for Completion Project</i> dalam jam(TE) dalam (jam)	169 (Lampiran 2)
<i>Expected Time for Completion Project</i> dalam jam(TE) dalam (hari)	14,083 (Lampiran 2)
<i>Float</i> Perencanaan dari <i>Planner</i> dalam (jam)	1 (Lampiran 3)
<i>Critical path</i> Perencanaan dari <i>Planner</i>	270 (Lampiran 3)

Perencanaan dari pihak *planner* banyak pekerjaan yang saling berkaitan dan tidak sesuai dengan petunjuk dari OEM. *Critical path* perencanaan yang dibuat oleh *planner* terdapat 270 jalur kritis, karena hubungan antara sub pekerjaan sangat kompleks. Terdapat *slack* yaitu 1 jam pada jaringan pekerjaan.

Perencanaan tidak dilakukan pemendekan karena jika dilakukan pemendekan 1 jam perusahaan hanya menggaji pekerja dengan 1 jam kerja untuk 1 hari. Hal tersebut tidak akan berdampak signifikan pada penyelesaian pekerjaan. Jaringan pekerjaan untuk perencanaan dari *planner* dapat dilihat pada lampiran 3. Warna merah diberikan untuk menunjukkan jalur kritis dari jaringan pekerjaan yang ada.

4.1.3 Analisis *Project Cost Management* dari *Planner*

Perencanaan yang dilakukan oleh pihak *planner* biaya yang harus dikeluarkan untuk proyek perawatan ini tidak diberikan pada perencanaan. Biaya yang dikeluarkan perusahaan didokumentasikan dan dilaporkan pada *software* lain yang dimiliki perusahaan, akan tetapi rincian biaya tersebut tidak bisa dilihat untuk pengerjaan *Combustion Inspection* saja. Pada *software* tersebut akan menampilkan biaya perawatan keseluruhan turbin gas. Hal ini mempersulit perkiraan perencanaan pengeluaran untuk perawatan turbin gas khusus untuk *combustion inspection*. Dalam perencanaan proyek seharusnya tercantum semua pengeluaran yang dilakukan dan saling terintegrasi pada perencanaan. Hal tersebut dapat mempermudah dalam pelaporan pertanggungjawaban akhir kepada pihak manajemen yang terkait dengan dana yang dikeluarkan untuk perawatan *combustion section*.

4.1.4 Analisis *Project Quality Management* dari *Planner*

Proyek perawatan ini pada dasarnya memang memiliki tujuan menjamin kualitas turbin gas agar tetap bekerja sesuai dengan spesifikasinya. Dari segi pelaksanaan sesuai dengan petunjuk OEM memiliki *sub deliverable* inspeksi pada *combustion section*. Ketua regu pelaksana bertugas mengawasi jalannya proyek perawatan. Metode yang diterapkan pada pelaksana sudah baik, yaitu dengan melakukan pencatatan pada laporan harian setiap pekerjaan yang mereka lakukan dan dilakukan terpisah dengan perencanaan. Standarisasi ataupun

prosedur yang benar sesuai OEM mengenai *combustion inspection* tidak dicantumkan dalam perencanaan oleh *planner*. Semua prosedur dan standarisasi perawatan *combustion section* seharusnya dicantumkan pada perencanaan. Progres pelaksanaan perawatan tidak terintegrasi pada perencanaan. Pada *software* manajemen proyek sebenarnya memiliki fasilitas dalam pengawasan suatu proyek, yaitu dengan *presentation complete* suatu pekerjaan dan *dasbor overall* perencanaan. Hal tersebut seharusnya dimanfaatkan dengan baik oleh *planner* untuk mempermudah pengawasan jalannya suatu proyek dan memantau perkembangan proyek.

4.1.5 Analisis *Project Resources Management* dari *Planner*

Perencanaan yang dilakukan oleh pihak *planner* sumber daya manusia yang dialokasikan pada setiap *sub deliverable* kurang jelas, dimana *planner* hanya menyebutkan departemen yang bertugas untuk melaksanakan proyek perawatan, yaitu Departemen Utilitas. Padahal dalam kenyataannya tidak demikian, Departemen Utilitas juga meminta bantuan dari pekerja *subcontract* yang dimiliki perusahaan untuk membantu melakukan proses perawatan *combustion inspection*. Pihak *planner* seharusnya menyesuaikan dengan kondisi di lapangan dan meminta masukan dari pihak pelaksana untuk penyusunan perencanaan. Hal tersebut dapat mempermudah *planner* dalam menentukan berat atau ringannya suatu pekerjaan dan mengalokasikan sumber daya manusia yang sesuai dengan pekerjaan tersebut. Semakin *detail* sumber daya manusia yang dialokasikan, semakin baik penyelesaian suatu pekerjaan dan mampu memaksimalkan sumber daya manusia yang dimiliki perusahaan. Hal tersebut juga sebagai acuan untuk penggajian pekerja yang bertugas. Sumber daya yang dipakai dalam proyek tidak hanya berupa *human* (tenaga kerja dan tenaga ahli) akan tetapi juga melibatkan *non human* (material dan peralatan). Perencanaan oleh *planner* belum memberikan informasi tentang sumber daya *non human* tersebut untuk setiap pekerjaan. *Project*

human resources management dari *planner* dapat dilihat pada Gambar 4.5 sebagai berikut.

Task Name	Duration	Start	Finish	Predecessors	Scope
6.2.1 GT-2280 : COMBUSTION INSPECTION	14,04 days	Tue 12/01/16	Tue 26/01/16		
6.2.1.1 Remove Combustion Accessories	24 hrs	Tue 12/01/16	Wed 13/01/16	34	M1.1
6.2.1.2 Remove Spray Nozzle	24 hrs	Thu 14/01/16	Fri 15/01/16	454	M1.1
6.2.1.3 Remove Combustion Can Cover	24 hrs	Thu 14/01/16	Fri 15/01/16	454	M1.1
6.2.1.4 Remove X Fire Tube & Combustion Liner	24 hrs	Thu 14/01/16	Fri 15/01/16	454	M1.1
6.2.1.5 Remove FWD & AST Flow Serve	24 hrs	Thu 14/01/16	Fri 15/01/16	454	M1.1
6.2.1.6 Unbolting Combustion Can	24 hrs	Thu 14/01/16	Fri 15/01/16	454	M1.1
6.2.1.7 Remove Accessories Gear	24 hrs	Sat 16/01/16	Sun 17/01/16	455;456;457;458;459	M1.1
6.2.1.8 Remove Seal Plate Exhaust	24 hrs	Sat 16/01/16	Sun 17/01/16	455;456;457;458;459	M1.1
6.2.1.9 Remove Combustion Can	24 hrs	Mon 18/01/16	Tue 19/01/16	460;461	M1.1
6.2.1.10 Remove Transition Piece	24 hrs	Mon 18/01/16	Tue 19/01/16	460;461	M1.1
6.2.1.11 Inspect FWD & AFT Flow Sleeve	25 hrs	Mon 18/01/16	Wed 20/01/16	460;461	INSP-UT
6.2.1.12 Install Transition Piece	24 hrs	Wed 20/01/16	Fri 22/01/16	462;463;464	M1.1
6.2.1.13 Install Combustion Can	24 hrs	Wed 20/01/16	Fri 22/01/16	462;463;464	M1.1
6.2.1.14 Install FWD & AFT Flow Sleeve	24 hrs	Wed 20/01/16	Fri 22/01/16	462;463;464	M1.1
6.2.1.15 Install Combustion Liner & X fire Tube	24 hrs	Fri 22/01/16	Sun 24/01/16	465;466;467	M1.1
6.2.1.16 Assembly Cover Combustion Can	24 hrs	Fri 22/01/16	Sun 24/01/16	465;466;467	M1.1
6.2.1.17 Install Spray Nozzle	24 hrs	Fri 22/01/16	Sun 24/01/16	465;466;467	M1.1
6.2.1.18 Install Combustion Accessories	24 hrs	Sun 24/01/16	Tue 26/01/16	468;469;470	M1.1
6.2.1.19 Install Accessories Gear	24 hrs	Sun 24/01/16	Tue 26/01/16	468;469;470	M1.1
6.2.1.20 Install Seal Plate Exhaust	24 hrs	Sun 24/01/16	Tue 26/01/16	468;469;470	M1.1

Gambar 4.5 *Project resources management* dari *planner*

4.2 Perencanaan yang Baru untuk *Combustion Inspection*

Perencanaan yang dilakukan pada penelitian ini bertujuan untuk memperbaiki perencanaan dari *planner* dan untuk mempermudah pelaksana dalam melakukan pekerjaan perawatan *combustion inspection*. Perencanaan yang baru ini berisi aspek penting dalam suatu manajemen proyek yang belum berikan dan perbaikan segala aspek penting manajemen proyek yang ada pada perencanaan dari pihak *planner*. Fokus dalam perencanaan ini, yaitu perawatan *combustion section*. Perencanaan yang baik dapat memperkecil kerugian pada perusahaan. Perencanaan yang baru ini meliputi *sub deliverable* beserta segala informasi yang berkaitan dengan *sub deliverable* tersebut, durasi penyelesaian pekerjaan, perkiraan pengeluaran biaya untuk proyek perawatan, kualitas pekerjaan, dan pengalokasian sumber daya manusia yang dimiliki perusahaan. Perencanaan yang baru selengkapnya dapat

dilihat pada Lampiran 4. Perencanaan untuk perawatan *combustion inspection* sendiri ada beberapa tahap, yaitu tahap persiapan, tahap pembongkaran *combustion section*, pemeriksaan *inspection*, pemasangan dan *finish*. Pada perencanaan sengaja diberi warna yang berbeda untuk membedakan jenis kelompok pekerjaan dari keadaan turbin *stop* sampai turbin *running* kembali. Perencanaan yang baik diharapkan mampu mempercepat penyelesaian proyek perawatan dan mempermudah pelaksana dalam penyelesaian pekerjaan mereka. Perencanaan yang baru untuk pekerjaan *combustion inspection* dapat dilihat pada Gambar 4.6.

Task Mode	Task Name	Duration	Start	Finish	%	Com	Prede	Resou	Cost
	SCHEDULE TA COMBUSTION INSPACTION	118,14 hrs	Mon 0	Wed 18	0%				Rp444.873.745
	Tahap Persiapan	9,92 hrs	Mon 09	Mon 09/	0%				Rp934.974
	Tahap Pembongkaran / Disassembly Combustion Section	37,33 hrs	Mon 09	Thu 12/0	0%				Rp4.744.696
	Pemeriksaan / Inspection	13,99 hrs	Thu 12/	Sat 14/0	0%				Rp2.038.552
	Pemasangan	55,23 hrs	Sat 14/	Wed 18/	0%				Rp436.884.472
	Finish	2,08 hrs	Wed 18	Wed 18/	0%				Rp271.051

Gambar 4.6 Perencanaan yang baru untuk pekerjaan *combustion inspection*

4.2.1 Analisis Project Scope Management yang Baru

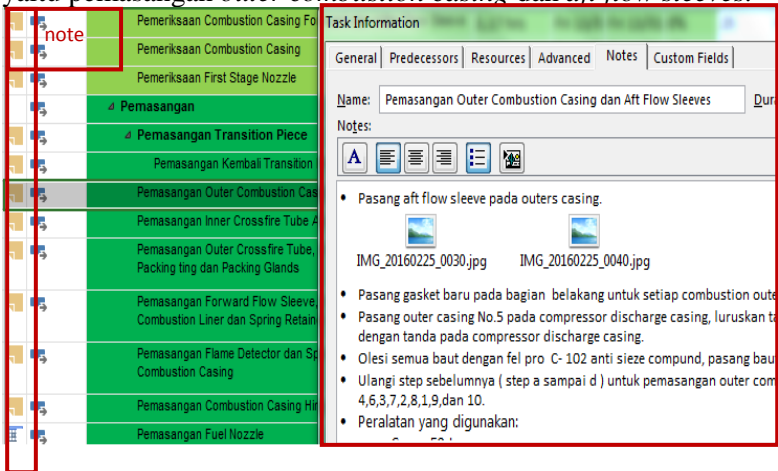
Perencanaan yang baru ini lebih menekankan segala informasi yang dibutuhkan dalam menyelesaikan suatu *sub deliverable*. Hal tersebut meliputi *sub deliverable* sesuai petunjuk OEM, urutan pengerjaan perawatan sesuai petunjuk OEM, segala prosedur yang akan dilakukan untuk menyelesaikan *sub deliverable* tersebut, catatan penting yang perlu diperhatikan, gambar teknik serta ilustrasi *part* pada saat fokus pekerjaan tertentu, peralatan yang dipakai serta *spare part* yang akan diganti, rincian biaya perawatan *combustion inspection*, kualitas pekerjaan serta pengawasan proyek perawatan dan tujuan serta tolok ukur keberhasilan setiap *sub deliverable* tersebut. Suatu perencanaan yang baik diharapkan dapat membantu mempermudah pelaksana

dalam melakukan pekerjaan mereka dan mampu mempercepat penyelesaian proyek perawatan tersebut. Segala informasi tersebut dapat dimasukkan dalam fasilitas *note* pada *software* manajemen proyek. Pada Gambar 4.6 dirinci tahapan pekerjaan secara garis besar dan cuplikan salah satu tahapan, yaitu tahap persiapan dapat dilihat pada Gambar 4.7 *Project scope management* yang baru, mengenai tahap persiapan dan untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Lampiran 4. Pada tahap persiapan didalamnya terdapat *sub deliverable* rapat koordinasi awal, persiapan di lokal *combustion section*, dan persiapan *spare part* yang akan dipasang. Segala informasi yang menunjang dalam pelaksanaan diberikan pada perencanaan dan diberikan dalam fasilitas *note*. Urutan pekerjaan sesuai dengan kondisi di lapangan dan sesuai petunjuk OEM.

Task Name	Duration	Start	Finish	% Comp	Prede	Resource	Cost
SCHEDULE TA COMBUSTION INSPECTION	118,14 hrs	Mon 0	Wed 18	0%			Rp444.873.745
▲ Tahap Persiapan	9,92 hrs	Mon 09	Mon 09	0%			Rp934.974
Rapat Koordinasi Awal sampai Akhir TA	5,17 hrs	Mon 09	Mon 09	0%		UDI;FR	Rp673.718
Persiapan di Lokal Combustion Section	3,17 hrs	Mon 09	Mon 09	0%	2	AMSUL	Rp55.361
Persiapan sparepart yang akan dipasang	1,58 hrs	Mon 09	Mon 09	0%	3	UDI;FR	Rp205.895
▲ Tahap Pembongkaran / Disassembly Combustion Section	37,33 hrs	Mon 09	Thu 12	0%			Rp4.744.696
Membongkar Atap dan Dinding Turbine Compartment	1,96 hrs	Mon 09	Mon 09	0%	4	UDI;FR	Rp255.414
Penggakatan Atap dan Dinding Turbine Compartment	0,96 hrs	Mon 09	Tue 10	0%	6	UDI;FR	Rp125.101
▲ Melepas Line-Line pada Combustion Section (Fuel Gas Piping)	2,5 hrs	Tue 10/01/11	Tue 10/01/17	0%			Rp205.895
Melepas line-line fuel liquid	1,58 hrs	Tue 10/	Tue 10/0	0%	7	UDI;FR	Rp205.895
Melepas line-line automizing air	2,5 hrs	Tue 10/	Tue 10/0	0%	7	steel Ma	Rp0
Melepas line-line gas	2,17 hrs	Tue 10/	Tue 10/0	0%	7	steel Ma	Rp0
Melepas Fuel Nozzel	5,33 hrs	Tue 10/	Tue 10/0	0%	11;9;10	UDI;FR	Rp694.568
Melepas Flame Detector dan Spark Plugs	1,92 hrs	Tue 10/	Tue 10/0	0%	12	UDI;FR	Rp250.201
Melepas Line Sealing Air dan Cooling pada Compressor Tingkat Se	2 hrs	Tue 10/	Wed 11/	0%	13	UDI;FR	Rp260.626
Membuka Combustion Outer Casing	3,33 hrs	Wed 11	Wed 11/	0%	14	UDI;FR	Rp433.942
Melepas Cross Fire Tube , Retainer Combustion Liner dan	3,17 hrs	Wed	Wed	0%	15	UDI;	Rp413.092

Gambar 4.7 *Project scope management* yang baru, mengenai tahap persiapan

Informasi yang penting dan prosedur yang jelas sangat membantu dalam pelaksanaan di lapangan. Informasi mengenai peralatan yang dipakai dan *spare part* yang diganti dapat dilihat pada Lampiran 5. Segala informasi tersebut yang diberikan pada perencanaan bertujuan untuk memandu pelaksana dalam menyelesaikan pekerjaan perawatan mereka. Gambar 4.8 merupakan contoh *note* informasi pada salah satu *sub deliverable* yang dipakai untuk memberikan informasi pada *sub deliverable*, yaitu pemasangan *outer combustion casing* dan *aft flow sleeves*.



Gambar 4.8 *Note* Informasi pada *sub deliverable* pemasangan *outer combustion casing* dan *aft flow sleeves*

Salah satu contoh isi dari *note*, pada pemasangan *outer combustion casing* dan *aft flow sleeves* memiliki prosedur sebagai berikut:

1. Pasang *aft flow sleeve* pada *outers casing*.

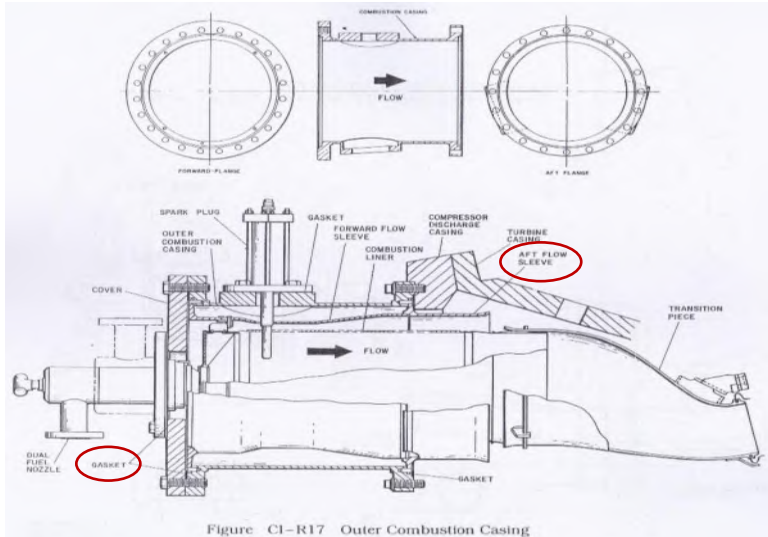


Figure CI-R17 Outer Combustion Casing

Gambar 4.9 *Outer combustion casing*

2. Pasang gasket baru pada bagian belakang untuk setiap *combustion outer casing*.
3. Pasang *outer casing* No.5 pada *compressor discharge casing*, luruskan (segariskan) tanda pada *outer casing* dengan tanda pada *compressor discharge casing*.
4. Olesi semua baut dengan fel pro C- 102 anti *sieze compound*, pasang baut dan kencangkan.
5. Ulangi *step* sebelumnya (*step* 1 sampai 4) untuk pemasangan *outer combustion casing* 4, 6, 3, 7, 2, 8, 1, 9 dan 10 (harus sesuai urutan ini).

6. Peralatan yang digunakan:

- *Crane* 50 ton.
- *Chain block* 10 dan 5 ton.
- Seling kawat dan *dowel*.
- Kunci 13 mm dan kunci $\frac{1}{2}$ ".

Tolok ukur keberhasilan kegiatan, yaitu:

- *Outer combustion casing* terpasang dengan benar tanpa kesalahan.
- Durasi penyelesaian pengerjaan tepat waktu sesuai dengan perencanaan.

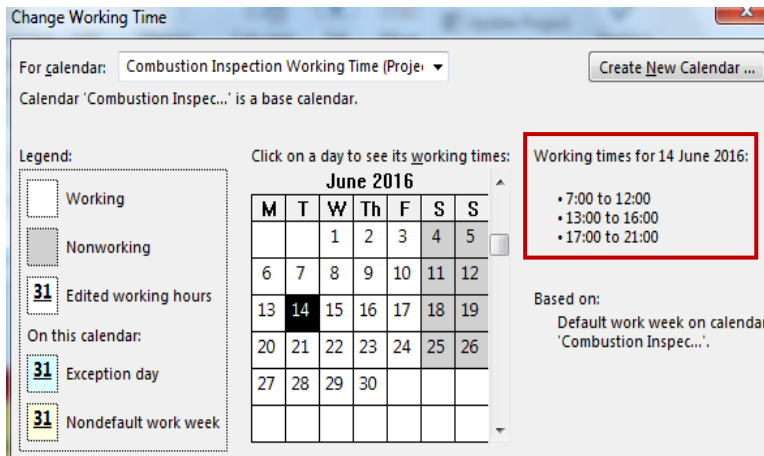
4.2.2 Analisis *Project Time Management* yang Baru

Perencanaan yang baru ini menggunakan tiga estimasi durasi penyelesaian suatu pekerjaan. Hal tersebut diharapkan dapat mendekati durasi penyelesaian pekerjaan sesuai dengan kondisi di lapangan yang sebenarnya dan disesuaikan dengan kemampuan sumber daya manusia yang terlibat. Estimasi waktu yang diterapkan pada perencanaan ini didapat dari Ketua Regu Pelaksana yang melakukan eksekusi pekerjaan perawatan itu sendiri. Estimasi penyelesaian *sub deliverable* didapat dengan menggunakan rumus 2.1 pada bab 2. Hasil dari durasi pekerjaan yang sesuai dengan kondisi di lapangan dan mempertimbangkan perencanaan yang baik ternyata mampu memperpendek durasi perencanaan awal dari 14,083 hari menjadi 9,845 hari terdapat selisih perpendekan waktu 4,238 hari. *Project time management* yang baru dapat dilihat pada Gambar 4.10 sebagai berikut.

Task Mode	Task Name	Duration	Start	Finish	% Comp	Prede	Resou	Cost
	▲ SCHEDULE TA COMBUSTION INSPECTION	118,14 hrs	Mon 0	Wed 18	0%			Rp444.873.745
	▲ Tahap Persiapan	9,92 hrs	Mon 09	Mon 09	0%			Rp934.974
	Rapat Koordinasi Awal sampai Akhir TA	5,17 hrs	Mon 09	Mon 09	0%		BUDI;FRJ	Rp673.718
	Persiapan di Lokal Combustion Section	3,17 hrs	Mon 09	Mon 09	0%	2	SAMSUL	Rp55.361
	Persiapan sparepart yang akan dipasang	1,58 hrs	Mon 09	Mon 09	0%	3	BUDI;FRJ	Rp205.895
	▲ Tahap Pembongkaran / Disassembly Combustion Section	37,33 hrs	Mon 09	Thu 12	0%			Rp4.744.696
	Membongkar Atap dan Dinding Turbine Compartment	1,96 hrs	Mon 09	Mon 09	0%	4	BUDI;FRJ	Rp255.414
	Pengakatan Atap dan Dinding Turbine Compartment	0,96 hrs	Mon 09	Tue 10	0%	6	BUDI;FRJ	Rp125.101
	▲ Melepas Line-Line pada Combustion Section (Fuel Gas Piping)	2,5 hrs	Tue 10/01/17	Tue 10/01/17	0%			Rp205.895
	Melepas line-line fuel liquid	1,58 hrs	Tue 10	Tue 10	0%	7	BUDI;FRJ	Rp205.895
	Melepas line-line autormizing air	2,5 hrs	Tue 10	Tue 10	0%	7	Steel Ma	Rp0
	Melepas line-line gas	2,17 hrs	Tue 10	Tue 10	0%	7	Steel Ma	Rp0
	Melepas Fuel Nozzel	5,33 hrs	Tue 10	Tue 10	0%	11;9;10	BUDI;FRJ	Rp694.568
	Melepas Flame Detector dan Spark Plugs	1,92 hrs	Tue 10	Tue 10	0%	12	BUDI;FRJ	Rp250.201
	Melepas Line Sealing Air dan Cooling pada Compressor Tingkat Se	2 hrs	Tue 10	Wed 11	0%	13	BUDI;FRJ	Rp260.626
	Membuka Combustion Outer Casing	3,33 hrs	Wed 11	Wed 11	0%	14	BUDI;FRJ	Rp433.942
	Melepas Cross Fire Tube , Retainer,Combustion Liner dan	3,17 hrs	Wed	Wed	0%	15	BUDI;	Rp413.092

Gambar 4.10 *Project time management yang baru*

Perencanaan yang baru menggunakan *three time estimate* sehingga durasi pengerjaan kegiatan tidak bisa langsung dimasukkan ke dalam jaringan kerja harus dilakukan perhitungan terlebih dahulu. Pada perencanaan yang baru menggunakan waktu kerja 12 jam kerja, yaitu dari pukul 07:00 ke 21:00. Hal ini sesuai dengan kenyataan di lapangan. Pada kenyataannya semua pekerjaan memulai pekerjaan pada pukul 07:00- 12:00, setelah itu istirahat, lalu pada pukul 13:00-16:00 mulai bekerja kembali, setelah itu istirahat, lalu pada pukul 17:00 bekerja kembali, dan berakhir pada pukul 21:00. Waktu kerja yang diterapkan pada perencanaan yang baru dapat dilihat pada Gambar 4.11 sebagai berikut.



Gambar 4.11 Working time turn around Combustion Inspection yang baru

Setelah dilakukan analisis mengenai durasi penyelesaian proyek perawatan menggunakan metode CPM didapatkan beberapa hal dalam perencanaan yang baru, yaitu:

Tabel 4.2 Hasil analisis perencanaan yang baru

Perencanaan yang baru	Hasil
<i>Total Task</i> (jam)	134,5 (Lampiran 6)
<i>Expected Time for Completion Project</i> dalam jam(TE) dalam (jam)	118,14 (Lampiran 6)
<i>Expected Time for Completion Project</i> dalam jam(TE) dalam (hari)	9.845 (Lampiran 6)
<i>Float</i> Perencanaan dari <i>Planner</i> dalam (jam)	1,83 (Lampiran 7)
<i>Critical path</i> Perencanaan dari <i>Planner</i>	1 (Lampiran 7)

Perencanaan yang baru sudah sesuai dengan petunjuk dari OEM. *Critical path* perencanaan yang baru dapat dianalisis jalur kritisnya karena hubungan antara pekerjaan jelas. Terdapat *slack* yaitu 1,83 jam pada jaringan pekerjaan. Perencanaan tidak dilakukan pemendekan karena jika dilakukan pemendekan 1,83

jam perusahaan hanya menggaji pekerja dengan 1,83 jam kerja untuk beberapa hari yang berbeda. Hal tersebut tidak akan berdampak signifikan pada penyelesaian pekerjaan. Jaringan pekerjaan untuk perencanaan yang baru dapat dilihat pada lampiran 7. Warna merah diberikan untuk menunjukkan jalur kritis dari jaringan pekerjaan yang ada. Perencanaan yang baru sudah dapat dikatakan baik dari segi jaringan pekerjaan dari perencanaan dari *planner*.

4.2.3 Analisis *Project Cost Management* yang Baru

Pada perencanaan yang baru dilakukan analisis biaya yang dikeluarkan untuk proyek perawatan *combustion inspection*. Biaya yang dicantumkan hanya satu, yaitu modal kerja. Modal kerja yang meliputi: upah tenaga kerja saat pelaksanaan perawatan, upah tenaga kerja saat operasi maupun *maintenance*, barang penunjang, dan pengadaan suku cadang atau *spare part* untuk perawatan *combustion section*. *Project Cost Management* lebih jelasnya dapat dilihat pada Lampiran 4 dan 8. Hasil dari perencanaan baru ternyata perusahaan mampu menghemat pengeluaran untuk *Turn Around* sebesar Rp 635.208.759,00 dapat dilihat pada Tabel 4.3 dibawah. Semua rincian biaya tersebut penting diberikan dalam perencanaan agar *planner* dapat mengevaluasi pengeluaran biaya untuk perawatan setiap tahunnya dan agar bisa digunakan sebagai acuan perencanaan biaya untuk perawatan berikutnya. Semua aspek manajemen proyek seharusnya terintegrasi sehingga tidak membingungkan pelaksana. Dalam *software* manajemen proyek ketika memasukkan *resource* akan terakumulasi dengan biaya yang dikeluarkan. Hal tersebut dapat membantu *planner* dapat melakukan pengawasan anggaran biaya. Cuplikan tentang integrasi biaya dengan perencanaan dapat dilihat pada Gambar 4.12 sebagai berikut.

Tabel 4.3 Penghematan biaya perawatan


















Faktor	Biaya untuk 1 tahun <i>running</i> GTG	Fokus Analisis Biaya untuk CI Saja
Biaya pembelian listrik untuk 4,238 hari	Rp 3.331.743.368	Rp 3.331.743.368
Biaya bahan bakar turbin gas untuk 4,238 hari	Rp 2.671.653.083	Rp 2.671.653.083
Biaya perawatan CI untuk 14,083 hari dari 1 tahun	Rp 444.873.745	Rp 17.164.814
Biaya perawatan turbin gas untuk 14,083 hari dari 1 tahun	Rp 200.000.000	Rp 7.716.712
Penghematan total		Rp 635.208.759

Task Mode	Task Name	Duration	Start	Finish	% Comp	Prede	Resou Name	Cost
	SCHEDULE TA COMBUSTION INSIPACTION	118,14 hrs	Mon 0	Wed 18	0%			Rp444.873.745
	Tahap Persiapan	9,92 hrs	Mon 09	Mon 09/	0%			Rp934.974
	Rapat Koordinasi Awal sampai Akhir TA	5,17 hrs	Mon 09	Mon 09/	0%		BUDI;FR	Rp673.718
	Persiapan di Lokal Combustion Section	3,17 hrs	Mon 09	Mon 09/	0%	2	SAMSUL	Rp55.361
	Persiapan sparepart yang akan dipasang	1,58 hrs	Mon 09	Mon 09/	0%	3	BUDI;FR	Rp205.895
	Tahap Pembongkaran / Disassembly Combustion Section	37,33 hrs	Mon 09	Thu 12/0	0%			Rp4.744.696
	Membongkar Atap dan Dinding Turbine Compartment	1,96 hrs	Mon 09	Mon 09/	0%	4	BUDI;FR	Rp255.414
	Pengakatan Atap dan Dinding Turbine Compartment	0,96 hrs	Mon 09	Tue 10/0	0%	6	BUDI;FR	Rp125.101
	Melepas Line-Line pada Combustion Section (Fuel Gas Piping)	2,5 hrs	Tue 10/01/1	Tue 10/01/11	0%			Rp205.895
	Melepas line-line fuel liquid	1,58 hrs	Tue 10/	Tue 10/0	0%	7	BUDI;FR	Rp205.895
	Melepas line-line autormizing air	2,5 hrs	Tue 10/	Tue 10/0	0%	7	Steel Ma	Rp0
	Melepas line-line gas	2,17 hrs	Tue 10/	Tue 10/0	0%	7	Steel Ma	Rp0
	Melepas Fuel Nozzel	5,33 hrs	Tue 10/	Tue 10/0	0%	11;9;10	BUDI;FR	Rp694.568
	Melepas Flame Detector dan Spark Plugs	1,92 hrs	Tue 10/	Tue 10/0	0%	12	BUDI;FR	Rp250.201
	Melepas Line Sealing Air dan Cooling pada Compressor Tingkat Se	2 hrs	Tue 10/	Wed 11/	0%	13	BUDI;FR	Rp260.626
	Membuka Combustion Outer Casing	3,33 hrs	Wed 11	Wed 11/	0%	14	BUDI;FR	Rp433.942
	Melepas Cross Fire Tube , Retainer, Combustion Liner dan	3,17 hrs	Wed	Wed	0%	15	BUDI;	Rp413.092

Gambar 4.12 Project Cost Management yang baru

Program manajemen proyek memiliki keterkaitan disetiap aspek manajemen proyek. Hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.13. Gambar tersebut merupakan salah satu contoh keterkaitan antara

resource dan *cost* pada pengerjaan pemasangan *transition piece*. Dalam perencanaan ini durasi pengerjaan dibuat dalam jam dan penggajian pekerja juga dibuat dalam rupiah per jam, sehingga hal tersebut dapat mempermudah perhitungan dan pengawasan biaya proyek.

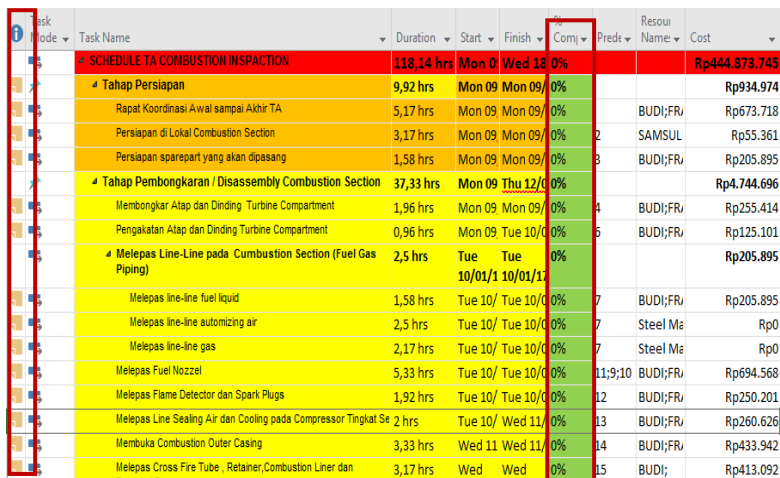
         	Pemeriksaan Combustion Casing Forward	Task Information			
	Pemeriksaan Combustion Casing	General Predecessors Resources Advanced Notes Custom Fields			
	Pemeriksaan First Stage Nozzle	Name: Pemasangan Kembali Transition Piece Duration: 7,33 hrs			
	» Pemasangan	Resources:			
	» Pemasangan Transition Piece				
	Pemasangan Kembali Transition Piece				
	Pemasangan Outer Combustion Casing dan				
	Pemasangan Inner Crossfire Tube Assemb				
	Pemasangan Outer Crossfire Tube, Adapt				
	Pemasangan Forward Flow Sleeve, Inner				
   	Packing Ring dan Packing Glands	Resource Name	Assignment Owner	Units	Cost
	Pemasangan Forward Flow Sleeve, Inner	BUDI		100%	Rp203.012
	Pemasangan Flame Detector dan Spark Pl	FRANKY		100%	Rp203.012
	Pemasangan Combustion Liner dan Spring Retainer	SAMSUL ARIFIN		100%	Rp105.296
		SUPRAPTO		100%	Rp218.148
		SUPRAVITNO		100%	Rp203.012
   	Pemasangan Combustion Casing Hinged C	YUNUS		100%	Rp22.716
		TP LOCK PLATE -- DWG-21686754 -- GENE		1 20	Rp16.010.611
		TP LOCK PLATE -- DWG-22489719 -- GENE		1 20	Rp12.389.418
		TP. BOLT -- 21686753P001 -- GE		1 20	Rp7.835.500
		TP. BOLT -- 21686753P002 -- GE		1 10	Rp5.970.000

Gambar 4.13 Hubungan antara *resorce* dan *cost*, mengenai pemasangan *transition piece*

4.2.4 Analisis *Project Quality Management* yang Baru

Pada perencanaan proyek perawatan yang baru untuk menjamin kualitas diberikan fasilitas presentase pekerjaan selesai, prosedur pekerjaan yang benar dan standarisasi yang benar sesuai dengan petunjuk OEM. Segala informasi tersebut diletakkan pada *note* dan *layout Gantt Chart* perencanaan. Semua informasi tersebut diharapkan mampu memaksimalkan penyelesaian setiap *sub deliverable*. Pelaksana menjadi paham tentang setiap *sub deliverable* beserta parameter yang harus dicapai. Pengawas mampu memberikan arahan dan melaporkan setiap penyelesaian pekerjaan dengan fasilitas presentase pekerjaan terselesaikan dengan demikian progres proyek jelas dan dapat dipantau setiap saat. Pengawas tetap membuat laporan

harian untuk perkembangan proyek dan segala hal yang terjadi pada saat pelaksanaan proyek perawatan setelah itu dapat dimasukkan dalam perencanaan. Hal tersebut dapat mempermudah laporan pertanggung jawaban proyek perawatan. Gambar 4.14 merupakan fasilitas pada *software* manajemen proyek yang dapat dimanfaatkan untuk *Project Quality Management*.



Task Mode	Task Name	Duration	Start	Finish	Comp	Pred	Resou Name	Cost
	SCHEDULE TA COMBUSTION INSAPCTION	118,14 hrs	Mon 0	Wed 18	0%			Rp444.873.743
	↳ Tahap Persiapan	9,92 hrs	Mon 09	Mon 09	0%			Rp934.974
	Rapat Koordinasi Awal sampai Akhir TA	5,17 hrs	Mon 09	Mon 09	0%		BUDI;FRU	Rp673.718
	Persiapan di Lokal Combustion Section	3,17 hrs	Mon 09	Mon 09	0%	2	SAMSUL	Rp55.361
	Persiapan sparepart yang akan dipasang	1,58 hrs	Mon 09	Mon 09	0%	3	BUDI;FRU	Rp205.895
	↳ Tahap Pembongkaran / Disassembly Combustion Section	37,33 hrs	Mon 09	Thu 12	0%			Rp4.744.696
	Membongkar Atap dan Dinding Turbine Compartment	1,96 hrs	Mon 09	Mon 09	0%	4	BUDI;FRU	Rp255.414
	Pengkatan Atap dan Dinding Turbine Compartment	0,96 hrs	Mon 09	Tue 10	0%	5	BUDI;FRU	Rp125.101
	↳ Melepas Line-Line pada Cumbustion Section (Fuel Gas Piping)	2,5 hrs	Tue 10/01/1	Tue 10/01/17	0%			Rp205.895
	Melepaskan line-line fuel liquid	1,58 hrs	Tue 10/	Tue 10/0	0%	7	BUDI;FRU	Rp205.895
	Melepaskan line-line automizing air	2,5 hrs	Tue 10/	Tue 10/0	0%	7	Steel Ma	Rp0
	Melepaskan line-line gas	2,17 hrs	Tue 10/	Tue 10/0	0%	7	Steel Ma	Rp0
	Melepaskan Fuel Nozzel	5,33 hrs	Tue 10/	Tue 10/0	0%	11;9;10	BUDI;FRU	Rp694.568
	Melepaskan Flame Detector dan Spark Plugs	1,92 hrs	Tue 10/	Tue 10/0	0%	12	BUDI;FRU	Rp250.201
	Melepaskan Line Sealing Air dan Cooling pada Compressor Tingkat Se	2 hrs	Tue 10/	Wed 11/	0%	13	BUDI;FRU	Rp260.626
	Membuka Combustion Outer Casing	3,33 hrs	Wed 11	Wed 11/	0%	14	BUDI;FRU	Rp433.942
	Melepaskan Cross Fire Tube Retainer, Combustion Liner dan	3,17 hrs	Wed	Wed	0%	15	BUDI;	Rp413.092

Gambar 4.14 *Project Quality Management* yang baru

4.2.5 Analisis *Project Resources Management* yang Baru

Pada perencanaan yang baru dilakukan alokasi sumber daya manusia yang sesuai dengan kondisi di lapangan dan kemampuan yang dimiliki pelaksana. Dalam perencanaan ini digunakan pengalokasian sumber daya manusia yang baik sesuai dengan berat atau ringannya pekerjaan. Hal tersebut bertujuan agar semua sumber daya manusia yang dipakai bisa digunakan secara efektif dan semaksimal mungkin dalam penyelesaian proyek perawatan ini. *Project human resources management* dari *planner* dapat dilihat pada Gambar 4.15 sebagai berikut.

Task Mode	Task Name	Duration	Start	Finish	% Com	Prede	Resou Name	Cost
	▲ Pemeriksaan / Inspection	13,99 hrs	Thu 12/	Sat 14/0/	0%			Rp2.038.552
	▲ Fuel Nozzle Inspection/Cleaning	3,58 hrs	Thu 12/	Fri 13/01	0%			Rp304.848
	Pemeriksaan Fuel Nozzle	3,58 hrs	Thu 12/	Fri 13/01	0%	20	FERNAN	Rp304.848
	Pemeriksaan Combustion Liners	3,08 hrs	Thu 12/	Fri 13/01	0%	20	SIGIT;BU	Rp265.456
	Pemeriksaan Cross Fire tube dan Spring Retainers	2,5 hrs	Fri 13/0	Fri 13/01	0%	23	FERNAN	Rp212.883
	Pemeriksaan Transition Pieces	4,17 hrs	Fri 13/0	Fri 13/01	0%	24	SIGIT;BU	Rp359.400
	Pemeriksaan Combustion Casing Forward dan After Flow Sleeve	3,17 hrs	Fri 13/0	Fri 13/01	0%	25	FERNAN	Rp269.935
	Pemeriksaan Combustion Casing	3,08 hrs	Fri 13/0	Fri 13/01	0%	26	SIGIT;BU	Rp255.911
	Pemeriksaan First Stage Nozzle	3,25 hrs	Fri 13/0	Sat 14/0/	0%	28;27	SIGIT;FEI	Rp370.120
	▲ Pemasangan	55,23 hrs	Sat 14/	Wed 18/	0%			Rp436.884.472
	▲ Pemasangan Transition Piece	7,33 hrs	Sat 14/	Sat 14/0/	0%			Rp59.811.123
	Pemasangan Kembali Transition Piece	7,33 hrs	Sat 14/	Sat 14/0/	0%	29	BUDI;FRV	Rp59.811.123
	Pemasangan Outer Combustion Casing dan Air Flow Sleeves	3,33 hrs	Sat 14/	Sat 14/0/	0%	32	BUDI;FRV	Rp28.882.076
	Pemasangan Inner Crossfire Tube Assemblies dan Check Clean	2,58 hrs	Sat 14/	Sun 15/0	0%	33	BUDI;FRV	Rp336.208
	Pemasangan Outer Crossfire Tube, Adapter Plate, Gasket, Packing Ring dan Packing Glands	3,58 hrs	Sun 15/01/1	Sun 15/01/17	0%	34	BUDI; FRANKY;	Rp466.521
	Pemasangan Forward Flow Sleeve, Inner Crossfire Tube, Combustion Liner dan Spring Retainer	4,92 hrs	Sun 15/01/1	Sun 15/01/17	0%	35	BUDI; FRANKY;	Rp641.140

Gambar 4.15 *Project Resources Management* yang baru

Sumber daya manusia yang dialokasikan juga dirinci dengan baik, sehingga pelaksana tidak kebingungan dalam mengerjakan pekerjaan yang akan mereka lakukan. Hal tersebut dapat mempermudah pelaksana untuk bekerja, mereka menjadi paham berapa pekerja yang harus menyelesaikan setiap *sub deliverable* tersebut. Sumber daya manusia yang digunakan dalam proyek perawatan turbin gas ini dapat dilihat pada Gambar 4.16 sebagai berikut.

Resource Name	Type	Material Label	Initials	Group	Ma Un	Std. Rate
SUPRAYITNO	Work		SUPRAYITNO	M.Utilitas	100%	Rp27.696/hr
SUPRAPTO	Work		SUPRAPTO	M.Utilitas	100%	Rp29.761/hr
SAMSUL ARIFIN	Work		SAMSUL	M.Utilitas	100%	Rp14.365/hr
YUNUS	Work		YUNUS	M.Utilitas	100%	Rp3.099/hr
FRANKY	Work		FRANKY	M.Utilitas	100%	Rp27.696/hr
BUDI	Work		BUDI	M.Utilitas	100%	Rp27.696/hr
FERNANDES	Work		FERNANDES	M.Inspeksi	100%	Rp27.696/hr
SIGIT	Work		SIGIT	M.Inspeksi	100%	Rp27.696/hr

Gambar 4.16 Sumber daya manusia yang digunakan dalam perawatan *combustion inspection* turbin gas

Sumber daya *non human* dicantumkan di setiap pekerjaan pada perencanaan yang baru. Hal tersebut meliputi peralatan yang dipakai dan *sparepart* yang diganti. Perencanaan yang baru diharapkan mampu mempermudah pelaksana dalam melakukan pekerjaan mereka. *Sparepart* yang dicantumkan sedertakan dengan biaya yang dikeluarkan untuk masing- masing *sparepart* tersebut. Hal tersebut membuat adanya intergrasi antara *resource* dengan anggaran biaya. Cuplikan sumber daya selain manusia yang digunakan dalam proyek perawatan turbin gas ini dapat dilihat pada Gambar 4.17 sebagai berikut.

Peralatan						
Obeng (-)	Material		Key	Tool M.Utilitas	Rp0	Rp0 Prorated
Obeng (+)	Material		Key	Tool M.Utilitas	Rp0	Rp0 Prorated
Palu	Material		Key	Tool M.Utilitas	Rp0	Rp0 Prorated
Kunci 11/8 "	Material		Key	Tool M.Utilitas	Rp0	Rp0 Prorated
Kunci 11/4 "	Material		Key	Tool M.Utilitas	Rp0	Rp0 Prorated
Kunci 25 mm	Material		Key	Tool M.Utilitas	Rp0	Rp0 Prorated
Kunci 15/16 "	Material		Key	Tool M.Utilitas	Rp0	Rp0 Prorated
Kunci 1"	Material		Key	Tool M.Utilitas	Rp0	Rp0 Prorated

Sparepart						
TP.LK.PLATE -- 224B9719P002 -- GE	Material	20	Sparepart	Combustion Inspaction	Rp4.070.400	Rp0 Prorated
TP LOCK PLATE -- DWG-224B9719 -- GENERAL	Material	20	Sparepart	Combustion Inspaction	Rp12.389.418	Rp0 Prorated
TP.LK.PLATE -- 216B6755P001 -- GE	Material	20	Sparepart	Combustion Inspaction	Rp4.720.000	Rp0 Prorated
TP LOCK PLATE -- DWG-216B6754 -- GENERAL	Material	20	Sparepart	Combustion Inspaction	Rp16.010.611	Rp0 Prorated

Gambar 4.17 Sumber daya selain manusia yang digunakan dalam perawatan *combustion inspection* turbin gas

4.3 Perbandingan antara perencanaan dari pihak *planner* dengan perencanaan Baru

Penelitian ini menunjukkan gambaran secara global tentang perbedaan kedua perencanaan tersebut dan peneliti mengacu dari beberapa aspek penting dalam manajemen proyek. Hal tersebut dapat disajikan dalam tabulasi seperti Tabel 4.3.

Tabel 4.4 Perbandingan antara perencanaan lama dengan yang baru

No.	Aspek	Perencanaan dari pihak <i>planner</i>	Perencanaan yang baru
1.	<i>Project Scope Management</i>	Ada akan tetapi belum jelas	Ada dan jelas sesuai dengan kondisi di lapangan
2.	<i>Project Time Management</i>	Ada tapi belum terhubung dengan <i>resource</i> dan <i>scope</i>	Ada, sudah terhubung dengan <i>resource</i> dan <i>scope</i> serta mampu memperpendek 4,238 hari
3.	<i>Project Cost Management</i>	Tidak ada	Ada, jelas terhubung dengan <i>resource</i> , dan mampu menghemat biaya sebesar Rp 635.208.759,00
4.	<i>Project Quality Management</i>	Informasi <i>standart</i> OEM diberikan pada dokumen terpisah	Informasi <i>standart</i> OEM sudah menggunakan fasilitas pada <i>software</i>
5.	<i>Project Resources Management</i>	Ada akan tetapi belum jelas alokasi sumber daya manusia yang terlibat dalam <i>sub deliverable</i>	Ada dan sudah jelas alokasi sumberdaya yang digunakan dalam <i>sub deliverable</i>

Pada suatu perencanaan parameter aspek dasar manajemen proyek harus terpenuhi. Hal tersebut digunakan sebagai acuan untuk menganalisis suatu kelayakan perencanaan proyek sehingga dapat diterapkan pada kondisi lapangan suatu proyek. Sub bab sebelumnya sudah dibahas setiap aspek manajemen proyek dari kedua perencanaan perawatan turbin gas ini. Hasil perbandingan kedua perencanaan tersebut menunjukkan bahwa perencanaan yang baru lebih baik dari pada perencanaan yang dibuat oleh pihak *planner*.

4.4 Manajemen Risiko Perawatan *Combustion Inspection*

Pada suatu manajemen proyek diperlukan aspek yang sangat penting, yaitu manajemen risiko. Manajemen risiko bertujuan untuk mengontrol sebuah risiko yang mengancam dan dapat menimbulkan kerusakan atau kerugian pada aset perusahaan. Metode matrik sangat sering digunakan untuk melakukan analisis dan penilaian risiko di proyek konstruksi maupun industri. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif untuk mengidentifikasi risiko yang muncul pada pelaksanaan proyek perawatan, dikarenakan perusahaan tidak memiliki data kecelakaan kerja pada pengerjaan perawatan turbin gas. Penilaian risiko berdasarkan identifikasi skala dampak dan kemungkinan risiko yang mungkin timbul. Penelitian ini diharapkan sebagai awal diberlakukannya manajemen risiko yang baik pada pengerjaan *combustion inspection* kedepannya. Adanya dokumentasi kecelakaan kerja yang muncul saat pengerjaan perawatan digunakan sebagai referensi dan peninjauan kembali sewaktu-waktu manajemen risiko tersebut.

4.4.1 Analisis Manajemen Risiko Pelaksanaan *Combustion Inspection*

Penelitian ini melakukan perincian dan pengelompokan risiko yang mungkin muncul dalam pelaksanaan proyek perawatan *combustion section* pada turbin gas. Risiko pada perawatan ini dikelompokkan menjadi 4 bagian, yaitu *internal risk*, *project risk*, *external risk*, dan *operation risk*. Rincian dan pengelompokan risiko tersebut untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Lampiran 9. Identifikasi dampak dari setiap risiko dapat dilihat pada Tabel 4.4, pemberian level identifikasi dengan skala 1 sampai dengan 5. Adanya suatu risiko menimbulkan sejauh mana akibat yang ditimbulkan pada suatu proyek. Dampak suatu risiko dalam penelitian ini ditinjau dari 4 aspek, yaitu kinerja, finansial, citra, dan keselamatan. Aspek pertama, yaitu kinerja dalam arti dengan munculnya suatu risiko tersebut akan sejauh mana menghambat ketercapaian suatu pekerjaan. Aspek kedua, yaitu finansial dalam arti sejauh mana pengaruh risiko yang muncul terhadap kerugian biaya yang ditanggung perusahaan. Aspek ketiga, yaitu citra dalam arti dengan adanya risiko yang muncul dalam proyek sejauh mana pengaruh kepercayaan perusahaan maupun pihak lain terhadap proyek tersebut. Aspek keempat, yaitu keselamatan dalam arti dampak keselamatan fisik dari suatu risiko tersebut bagi pelaksana proyek. Probabilitas munculnya suatu risiko didefinisikan seperti pada Tabel 4.5, karena data kecelakaan pekerjaan belum terdokumentasikan penentuan probabilitas risiko dengan cara peninjauan kemungkinan oleh pihak pelaksana. Pengalaman dari pihak pelaksana dengan kondisi bertahun-tahun melakukan pekerjaan tersebut dapat digunakan sebagai acuan dalam pembuatan awal suatu manajemen risiko. Manajemen risiko untuk pengerjaan *Combustion Inspection* ini diharapkan menjadi masukan bagi perusahaan untuk memperhatikan pengerjaan perawatan turbin ini.

Tabel 4.5 Identifikasi skala dampak risiko

Level	Dampak	Aspek			
		Kinerja	Financial	Citra	Keselamatan
1.	Tidak Signifikan	Target kinerja tidak tercapai $\leq 20\%$	Kerugian financial kecil	Timbulnya publisitas jelek di lingkungan internal	Kecelakaan kerja dengan dampak luka kecil tanpa perlu bantuan dokter
2.	Kecil	Target kinerja tidak tercapai $\geq 20\%$ sampai $\geq 40\%$	Kerugian finansial sedang	Tidak merusak reputasi perusahaan terhadap publik	Kecelakaan dengan dampak luka besar perlu bantuan dokter perusahaan
3.	Sedang	Target kinerja tidak tercapai $\geq 40\%$ sampai $\geq 60\%$	Kerugian finansial cukup besar	Publisitas buruk, hukum implikasi berdampak terhadap waktu	Kecelakaan dengan dampak luka besar perlu bantuan dokter spesialis tanpa opname
4.	Besar	Target kinerja tidak tercapai $\geq 60\%$ sampai $\geq 80\%$	Kerugian finansial besar	Kerugian publisitas besar, kepercayaan publik menurun	Kecelakaan dengan dampak luka besar perlu bantuan dokter spesialis dan perlu opname
5.	Sangat besar	Target kinerja tidak tercapai $\geq 80\%$	Kerugian finansial sangat besar	Sangat merusak, kehilangan kepercayaan publik berat	Kecelakaan kerja dengan dampak luka sangat parah dan mematikan

Tabel 4.6 Identifikasi skala kemungkinan risiko

No.	Probabilitas	Penjelasan
1.	Jarang	Tidak pernah terjadi dalam keadaan normal akan tetapi mungkin terjadi ;Probabilitas $X \leq 2\%$
2.	Kemungkinan Kecil	Tidak diharapkan terjadi tetapi telah diketahui dapat terjadi ;Probabilitas $2\% \leq X \leq 10\%$
3.	Kemungkinan Sedang	Ada kemungkinan dan mungkin terjadi dalam beberapa keadaan ;Probabilitas $10\% \leq X \leq 35\%$
4.	Kemungkinan Besar	Akan mungkin terjadi pada banyak keadaan ;Probabilitas $35\% \leq X \leq 60\%$
5.	Hampir Pasti	Mungkin terjadi pada setiap keadaan ;Probabilitas $60\% \leq X \leq 100\%$

Tabel penelitian ini akan dibuat suatu matrik risiko agar mempermudah pelaksana dalam memahami risiko yang akan mereka hadapi bila melakukan pekerjaan perawatan *combustion section*. Risiko tersebut setelah didapat dari hasil kali nilai dampak dan kemungkinannya, setelah itu dilakukan pengkatagorian risiko berdasarkan *point* setiap risiko. *Point* tersebut digunakan untuk peletakkan setiap risiko pada matrik risiko. Risiko merupakan hasil perkalian antara nilai kemungkinan dan dampak, setelah itu dapat dikelompokkan dalam beberapa tingkatan risiko. Kategori tingkatan risiko ini yang menentukan perhatian tindakan yang akan diambil. Tabel 4.6 memuat kategori level risiko.

Tabel 4.7 Kategori level risiko

Kategori Level Risiko	Skor	Tindakan yang Diambil
Rendah	$X \leq 4$	Tidak diperlukan tindakan segera tetapi harus ditangani (<i>Acceptable</i>)
Sedang	$4 \leq X \leq 8$	Disarankan mengambil tindakan segera jika tersedia sumberdaya (<i>Supplementary Issue</i>)
Tinggi	$8 \leq X \leq 12$	Diperlukan tindakan segera untuk mengelola risiko (<i>Issue</i>)
Ekstrim	$12 \leq X \leq 25$	Diperlukan tindakan secepat mungkin untuk mengelola risiko dan perhatian khusus (<i>Unceptable</i>)

Masing-masing risiko tersebut telah memiliki *point*, selanjutnya dilakukan pengeplotan pada matrik risiko untuk mengetahui sejauh mana tingkat risiko dan tindakan yang diambil. Pelaksana diharapkan mampu mengendalikan risiko yang akan muncul dalam pelaksanaan *combustion inpection* dengan melihat matrik risiko tersebut. Penilaian risiko dalam penelitian ini dapat dilihat pada Lampiran 9, sedangkan matrik risiko dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 4.18.

SCALE		IMPACT SCALE				
		1	2	3	4	5
LIKELIHOOD SCALE	5	IR2, IR4, IR6, IR9 IR11, PR1				
	4					
	3				PR6, IR1	PR39, ER3, OR2, OR3
	2	PR8, PR9, PR11	IR5, PR7, PR14	IR3, PR3, PR15, PR16 PR17, PR18, PR19, PR20 PR21, PR31, PR35, PR36 PR38, PR40, ER1	PR4, PR5, PR41, ER2 ER4, OR1, OR4, OR6	PR30, PR42
	1	IR7, IR8, IR10, PR2 PR10	PR13, PR22, PR23, PR24 PR25, PR26, PR27, PR28 PR29, PR32, PR33	PR12		OR5

Gambar 4.18 Matrik risiko pekerjaan *combustion inspection*

Pada matrik risiko perawatan *combustion section* turbin gas tersebut, dapat dilihat bahwa secara *overall* risiko yang muncul pada pengerjaan perawatan mayoritas berada pada tingkat rendah dan sedang. Ada beberapa risiko pada tingkat tinggi dan ekstrim namun tidak banyak. Pada matrik risiko dibedakan menjadi warna merah, oranye, kuning, dan hijau. Hal tersebut menandakan level risiko pada pengerjaan perawatan yaitu, merah memiliki arti ekstrim, oranye memiliki arti tinggi, kuning memiliki arti sedang, dan hijau memiliki arti rendah. Jenis risiko dibedakan menjadi empat, yaitu *internal risk* (IR), *project risk* (PR), *external risk* (ER), dan *operation risk* (OR).

- Pada tingkat risiko rendah terdapat banyak kemungkinan risiko yang muncul, yaitu PR8, PR9, PR11, PR2, PR10, PR5, PR13, PR22, PR23, PR24, PR25, PR26, PR27, PR28, PR29, PR32, PR33 PR12, PR14, PR7, IR10, IR7, dan IR8.
- Pada tingkat risiko sedang terdapat banyak kemungkinan risiko yang muncul, yaitu PR3, PR15, PR16, PR17, PR18, PR19, PR20, PR21, PR31, PR35, PR36, PR38, PR40, PR4, PR5, PR41, PR1, IR2, IR4, IR6, IR9, IR11, IR3, ER2, ER4, OR1, OR4, OR6 dan OR5.
- Pada tingkat risiko tinggi terdapat beberapa kemungkinan risiko yang muncul, yaitu PR6, PR30, PR42, dan IR1.
- Pada tingkat risiko ekstrim terdapat beberapa kemungkinan risiko yang muncul, yaitu PR39, ER2, OR2, dan OR3.

Hasil yang didapat digunakan untuk menentukan tindakan penanganan risiko ada. Penanganan risiko untuk lebih lengkapnya pada pengerjaan perawatan *combustion section* dapat dilihat pada Lampiran 9, dengan mengetahui risiko pada pengerjaan *combustion inspection* terdapat risiko tinggi dan ekstrim yang memerlukan perhatian serta penanganan khusus. Tindakan tepat dan cepat yang dilakukan ketika muncul risiko tersebut sangat penting agar dapat mereduksi dampak yang ditimbulkan dari

risiko tinggi dan ekstrim tersebut. Contoh penanganan risiko tinggi serta ekstrim seperti pada risiko tinggi yaitu IR1 dan risiko ekstrim yaitu PR39.

- Risiko tinggi IR1 yaitu *sparepart* untuk CI terlambat datang bahkan tidak datang.
 - Dampak risiko yaitu *sparepart* lama dipakai kembali dan *breakdown maintenance* selanjutnya lebih awal dari waktunya.
 - Penanganan risiko yaitu pemesanan *sparepart* harus mengacu pada *history* tahunan barang sampai, usahkan memberi waktu lebih pada saat pemesanan dari jadwal yang sudah ditentukan, dan selalu lakukan koordinasi antara PGM, *planner*, dan pelaksana.
- Risiko ekstrim PR39 yaitu ada benda yang tertinggal di dalam *combustion section*.
 - Dampak risiko yaitu *part* setelah *combustion section* rusak parah, *shutdown* lebih lama, dan kerugian besar bagi perusahaan.
 - Penanganan risiko yaitu selalu lakukan koordinasi antar pelaksana, lakukan *check list* barang pada *combustion section*, lakukan pemeriksaan setiap selesai sub pekerjaan, dan periksa semua peralatan dan *part* yang ada setelah sub pekerjaan.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

Lampiran 1
Manajemen Proyek dari Planner

ID	Task Name	Duration	Start	Finish	Predec	Scope	04 Jan '1611 Jan '16													
							S	M	T	W	T	F	S	S	M	T	W	T		
0	SCHEDULE TA-2016	30,65 days	Fri 08/01/16	Sun 07/02/16																
1	1 START		Fri 08/01/16	Fri 08/01/16																
2	2 PERSIAPAN 105-D COOLINGDOWN	1 day	Fri 08/01/16	Sat 09/01/16																
5	3 AMONIAK COOLINGDOWN DAN SHUTDOWN	2,6 days	Fri 08/01/16	Sun 10/01/16																
31	4 UTILITAS SHUTDOWN	2,79 days	Sat 09/01/16	Tue 12/01/16																
32	4.1 B1102 SHUT DOWN DAN COOLING DOWN	18 hrs	Sat 09/01/16	Sun 10/01/16 19FS+		P-UT														
33	4.2 WHB DAN GTG SHUT DOWN	3,5 hrs	Sun 10/01/16	Mon 11/01/16 30		P-UT														
34	4.3 GTG DAN WHB COOLING DOWN	30 hrs	Mon 11/01/16	Tue 12/01/16 33		P-UT														
35	5 UREA SHUTDOWN	2,13 days	Fri 08/01/16	Sun 10/01/16																
57	6 PEKERJAAN UTAMA	26,04 days	Fri 08/01/16	Wed 03/02/16																
58	6.1 UNIT AMONIAK	26,04 days	Fri 08/01/16	Wed 03/02/16																
452	6.2 UNIT UTILITAS	19,21 days	Sun 10/01/16	Fri 29/01/16																
453	6.2.1 GT-2280 : COMBUSTION INSPECTION	14,04 days	Tue 12/01/16	Tue 26/01/16																
454	6.2.1.1 Remove Combustion Accessories	24 hrs	Tue 12/01/16	Wed 13/01/16 34		M1.1														
455	6.2.1.2 Remove Spray Nozzle	24 hrs	Thu 14/01/16	Fri 15/01/16 454		M1.1														
456	6.2.1.3 Remove Combustion Can Cover	24 hrs	Thu 14/01/16	Fri 15/01/16 454		M1.1														
457	6.2.1.4 Remove X Fire Tube & Combustion Liner	24 hrs	Thu 14/01/16	Fri 15/01/16 454		M1.1														
458	6.2.1.5 Remove FWD & AST Flow Serve	24 hrs	Thu 14/01/16	Fri 15/01/16 454		M1.1														
459	6.2.1.6 Unbolting Combustion Can	24 hrs	Thu 14/01/16	Fri 15/01/16 454		M1.1														
460	6.2.1.7 Remove Accessories Gear	24 hrs	Sat 16/01/16	Sun 17/01/16 455;45		M1.1														
461	6.2.1.8 Remove Seal Plate Exhaust	24 hrs	Sat 16/01/16	Sun 17/01/16 455;45		M1.1														
462	6.2.1.9 Remove Combustion Can	24 hrs	Mon 18/01/16	Tue 19/01/16 460;46		M1.1														
463	6.2.1.10 Remove Transition Piece	24 hrs	Mon 18/01/16	Tue 19/01/16 460;46		M1.1														
464	6.2.1.11 Inspect FWD & AFT Flow Sleeve	25 hrs	Mon 18/01/16	Wed 20/01/16 460;46		INSP-UT														
465	6.2.1.12 Install Transition Piece	24 hrs	Wed 20/01/16	Fri 22/01/16 462;46		M1.1														
466	6.2.1.13 Install Combustion Can	24 hrs	Wed 20/01/16	Fri 22/01/16 462;46		M1.1														
467	6.2.1.14 Install FWD & AFT Flow Sleeve	24 hrs	Wed 20/01/16	Fri 22/01/16 462;46		M1.1														

Project: SCHEDULE TA-2016

Date: Tue 02/08/16

Task

Critical Task

Milestone

Summary

Summary

Rolled Up Task

Rolled Up Critical Task

Rolled Up Milestone

Rolled Up Progress

Split

External Tasks

Project Summary

Group By Summary

Inactive Milestone

Inactive Summary

Manual Task

Duration-only

Manual Summary Rollup

Manual Summary

Start-only

Finish-only

External Tasks

External Milestone


























Progress

Deadline

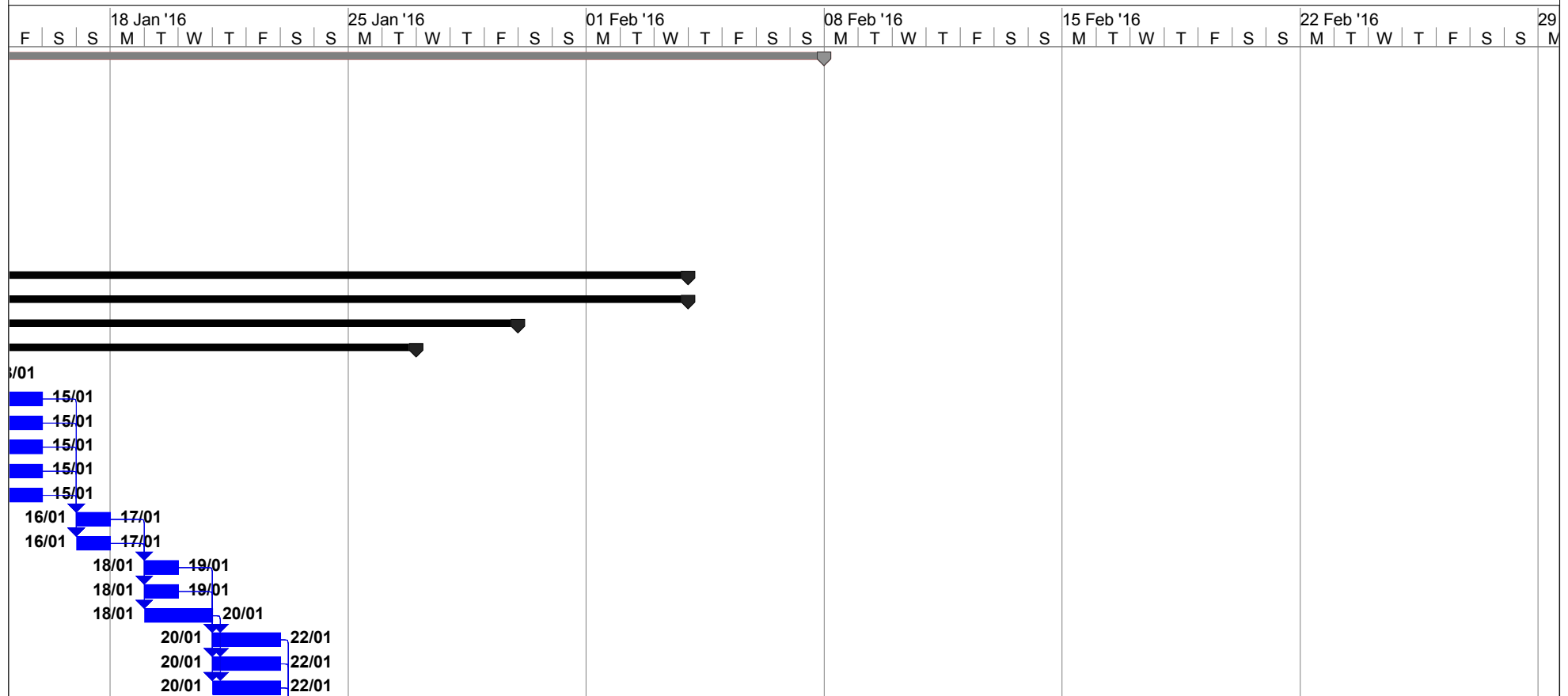
Lampiran 1
Manajemen Proyek dari Planner

ID	Task Name	Duration	Start	Finish	Predec	Scope	S	04 Jan '16								11 Jan '16			
								M	T	W	T	F	S	S	M	T	W	T	
468	6.2.1.15 Install Combustion Liner & X fire Tube	24 hrs	Fri 22/01/16	Sun 24/01/16	465;46	M1.1													
469	6.2.1.16 Assembly Cover Combustion Can	24 hrs	Fri 22/01/16	Sun 24/01/16	465;46	M1.1													
470	6.2.1.17 Install Spray Nozzle	24 hrs	Fri 22/01/16	Sun 24/01/16	465;46	M1.1													
471	6.2.1.18 Install Combustion Accessories	24 hrs	Sun 24/01/16	Tue 26/01/16	468;46	M1.1													
472	6.2.1.19 Install Accessories Gear	24 hrs	Sun 24/01/16	Tue 26/01/16	468;46	M1.1													
473	6.2.1.20 Install Seal Plate Exhaust	24 hrs	Sun 24/01/16	Tue 26/01/16	468;46	M1.1													
474	6.2.2 B-1102 : PENGGANTIAN ECONOMIZER	8 days	Sun 10/01/16	Mon 18/01/16															
489	6.2.3 B-2220 : PENGGANTIAN MODUL 17/18	18 days	Mon 11/01/16	Fri 29/01/16															
501	6.2.4 CT-2211B : PENGGANTIAN FAN STACK	2,08 days	Mon 11/01/16	Wed 13/01/16															
508	6.2.5 DCS WHB UPGRADE	10 days	Mon 11/01/16	Thu 21/01/16															
510	6.2.6 PG-2280 : INSPECT GENERATOR	16 days	Tue 12/01/16	Thu 28/01/16		L1.1													
526	6.3 UNIT UREA	20,17 days	Sat 09/01/16	Fri 29/01/16															
678	7 UTILITAS START UP	0,33 days	Sat 30/01/16	Sun 31/01/16															
680	8 AMONIAK START UP	7,4 days	Sun 31/01/16	Sun 07/02/16															
717	9 UREA START UP	3,56 days	Thu 04/02/16	Sun 07/02/16															
734	10 FINISH		Sun 07/02/16	Sun 07/02/16	733														

Project: SCHEDULE TA-2016
Date: Tue 02/08/16

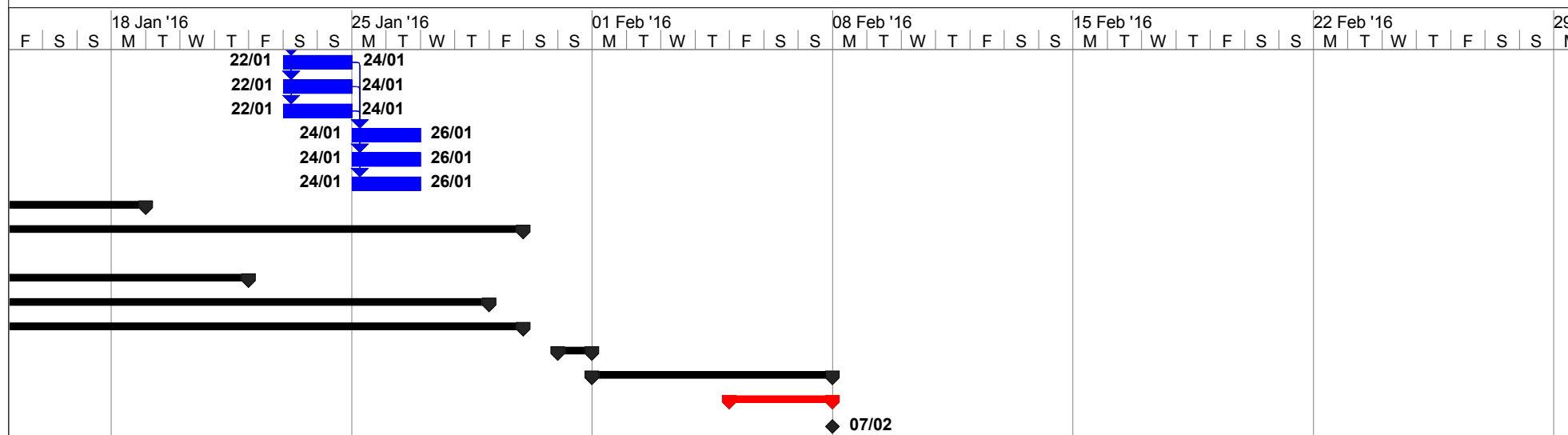
Task		Split		Manual Summary	
Critical Task		External Tasks		Start-only	
Milestone		Project Summary		Finish-only	
Summary		Group By Summary		External Tasks	
Summary		Inactive Milestone		External Milestone	
Rolled Up Task		Inactive Summary		Progress	
Rolled Up Critical Task		Manual Task		Deadline	
Rolled Up Milestone		Duration-only			
Rolled Up Progress		Manual Summary Rollup			

Lampiran 1
Manajemen Proyek dari Planner



Project: SCHEDULE TA-2016 Date: Tue 02/08/16	Task		Split		Manual Summary	
	Critical Task		External Tasks		Start-only	
	Milestone		Project Summary		Finish-only	
	Summary		Group By Summary		External Tasks	
	Summary		Inactive Milestone		External Milestone	
	Rolled Up Task		Inactive Summary		Progress	
	Rolled Up Critical Task		Manual Task		Deadline	
	Rolled Up Milestone		Duration-only			
	Rolled Up Progress		Manual Summary Rollup			

Lampiran 1
Manajemen Proyek dari Planner



Project: SCHEDULE TA-2016 Date: Tue 02/08/16	Task		Split		Manual Summary	
	Critical Task		External Tasks		Start-only	
	Milestone		Project Summary		Finish-only	
	Summary		Group By Summary		External Tasks	
	Summary		Inactive Milestone		External Milestone	
	Rolled Up Task		Inactive Summary		Progress	
	Rolled Up Critical Task		Manual Task		Deadline	
	Rolled Up Milestone		Duration-only			
	Rolled Up Progress		Manual Summary Rollup			

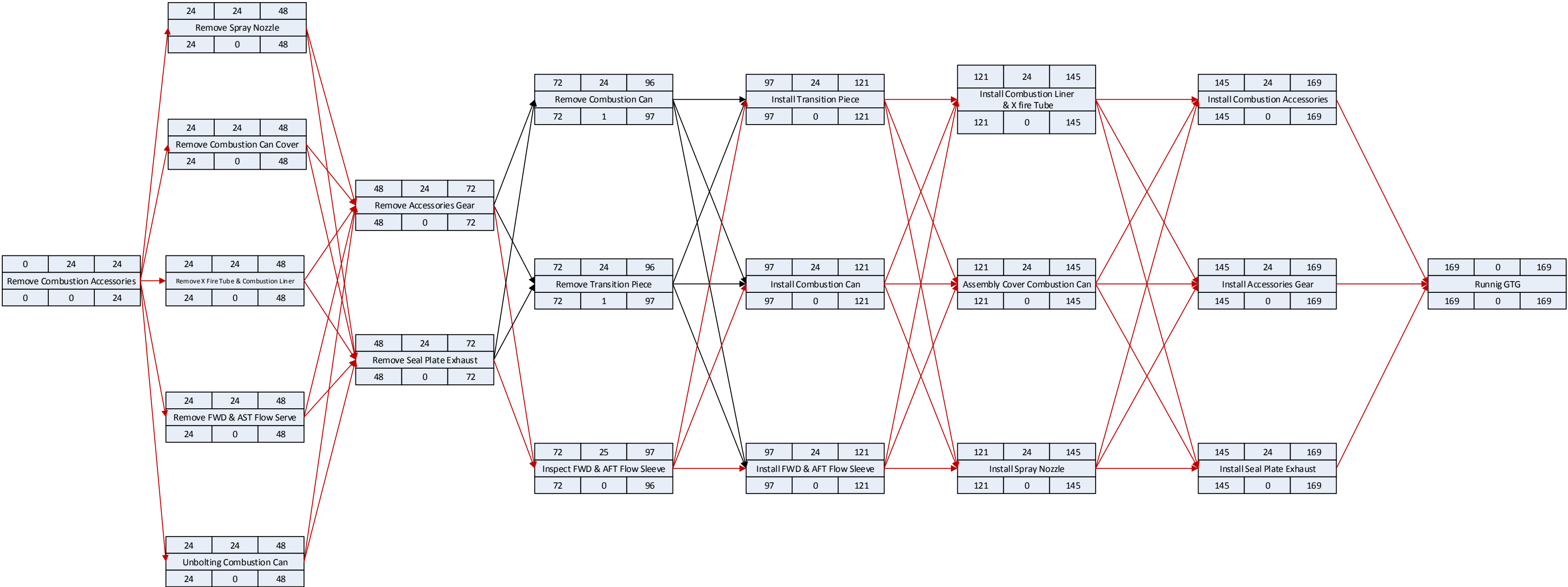
Lampiran 2

SCHEDULE TURN AROUND COMBUSTION INSPACTION

No.	Task	Predecessor	Durasi Single Time (jam)	Resource
1	Remove Combustion Accessories	-	24	M.1.1
2	Remove Spray Nozzle	1	24	M.1.1
3	Remove Combustion Can Cover	1	24	M.1.1
4	Remove X Fire Tube & Combustion Liner	1	24	M.1.1
5	Remove FWD & AST Flow Serve	1	24	M.1.1
6	Unbolting Combustion Can	1	24	M.1.1
7	Remove Accessories Gear	2,3,4,5,6	24	M.1.1
8	Remove Seal Plate Exhaust	2,3,4,5,6	24	M.1.1
9	Remove Combustion Can	7,8	24	M.1.1
10	Remove Transition Piece	7,8	24	M.1.1
11	Inspect FWD & AFT Flow Sleeve	7,8	25	INSP-UT
12	Install Transition Piece	9,10,11	24	M.1.1
13	Install Combustion Can	9,10,11	24	M.1.1
14	Install FWD & AFT Flow Sleeve	9,10,11	24	M.1.1
15	Install Combustion Liner & X fire Tube	12,13,14	24	M.1.1
16	Assembly Cover Combustion Can	12,13,14	24	M.1.1
17	Install Spray Nozzle	12,13,14	24	M.1.1
18	Install Combustion Accessories	15,16,17	24	M.1.1
19	Install Accessories Gear	15,16,17	24	M.1.1
20	Install Seal Plate Exhaust	15,16,17	24	M.1.1

Total Task (jam)
481
Expected Time for Completion Project dalam jam(TE) dalam jam
169
Expected Time for Completion Project dalam jam(TE) dalam hari
14,083

Lampiran 3
Critical path perencanaan dari
planner



Lampiran 4
Manajemen Proyek yang Baru

ID	Task Mode	Task Name	Duration	Start	Finish
0		SCHEDULE TA COMBUSTION INSPACTION	118,14 hrs	Mon 09/01/17	Wed 18/01/17
1		Tahap Persiapan	9,92 hrs	Mon 09/01/17	Mon 09/01/17
2		Rapat Koordinasi Awal sampai Akhir TA	5,17 hrs	Mon 09/01/17	Mon 09/01/17
3		Persiapan di Lokal Combustion Section	3,17 hrs	Mon 09/01/17	Mon 09/01/17
4		Persiapan sparepart yang akan dipasang	1,58 hrs	Mon 09/01/17	Mon 09/01/17
5		Tahap Pembongkaran / Disassembly Combustion Section	37,33 hrs	Mon 09/01/17	Thu 12/01/17
6		Membongkar Atap dan Dinding Turbine Compartment	1,96 hrs	Mon 09/01/17	Mon 09/01/17
7		Pengakatan Atap dan Dinding Turbine Compartment	0,96 hrs	Mon 09/01/17	Tue 10/01/17
8		Melepas Line-Line pada Cumbustion Section (Fuel Gas Piping)	2,5 hrs	Tue 10/01/17	Tue 10/01/17
9		Melepas line-line fuel liquid	1,58 hrs	Tue 10/01/17	Tue 10/01/17
10		Melepas line-line automizing air	2,5 hrs	Tue 10/01/17	Tue 10/01/17
11		Melepas line-line gas	2,17 hrs	Tue 10/01/17	Tue 10/01/17
12		Melepas Fuel Nozzel	5,33 hrs	Tue 10/01/17	Tue 10/01/17
13		Melepas Flame Detector dan Spark Plugs	1,92 hrs	Tue 10/01/17	Tue 10/01/17
14		Melepas Line Sealing Air dan Cooling pada Compressor Tingkat Sebelas	2 hrs	Tue 10/01/17	Wed 11/01/17
15		Membuka Combustion Outer Casing	3,33 hrs	Wed 11/01/17	Wed 11/01/17
16		Melepas Cross Fire Tube , Retainer,Combustion Liner dan Forward Sleeve	3,17 hrs	Wed 11/01/17	Wed 11/01/17
17		Melepas Outer Combustion Casing dan After Flow Sleeve	3,33 hrs	Wed 11/01/17	Wed 11/01/17
18		Melepas Transition Piece	7,33 hrs	Wed 11/01/17	Thu 12/01/17
19		Buka exchanger dan lepas cooling water	5,5 hrs	Thu 12/01/17	Thu 12/01/17
20		Pembersihan Oil Cooler dan Automizing Cooler	5,5 hrs	Thu 12/01/17	Thu 12/01/17
21		Pemeriksaan / Inspection	13,99 hrs	Thu 12/01/17	Sat 14/01/17







Project: SCHEDULE TA COMBU Date: Tue 02/08/16	Task		Manual Task		Deadline	
	Split		Duration-only		Baseline	
	Milestone		Manual Summary Rollup		Baseline Milestone	
	Summary		Manual Summary		Baseline Summary	
	Project Summary		Start-only		Progress	
	Inactive Task		Finish-only		Manual Progress	
	Inactive Milestone		External Tasks			
	Inactive Summary		External Milestone			























Lampiran 4
Manajemen Proyek yang Baru

ID	Task Mode	Task Name	Duration	Start	Finish
22		Fuel Nozzle Inspection/Cleaning	3,58 hrs	Thu 12/01/17	Fri 13/01/17
23		Pemeriksaan Fuel Nozzle	3,58 hrs	Thu 12/01/17	Fri 13/01/17
24		Pemeriksaan Combustion Liners	3,08 hrs	Thu 12/01/17	Fri 13/01/17
25		Pemeriksaan Cross Fire tube dan Spring Retainers	2,5 hrs	Fri 13/01/17	Fri 13/01/17
26		Pemeriksaan Transition Pieces	4,17 hrs	Fri 13/01/17	Fri 13/01/17
27		Pemeriksaan Combustion Casing Forward dan After Flow Sleeve	3,17 hrs	Fri 13/01/17	Fri 13/01/17
28		Pemeriksaan Combustion Casing	3,08 hrs	Fri 13/01/17	Fri 13/01/17
29		Pemeriksaan First Stage Nozzle	3,25 hrs	Fri 13/01/17	Sat 14/01/17
30		Pemasangan	55,23 hrs	Sat 14/01/17	Wed 18/01/17
31		Pemasangan Transition Piece	7,33 hrs	Sat 14/01/17	Sat 14/01/17
32		Pemasangan Kembali Transition Piece	7,33 hrs	Sat 14/01/17	Sat 14/01/17
33		Pemasangan Outer Combustion Casing dan Aft Flow Sleeves	3,33 hrs	Sat 14/01/17	Sat 14/01/17
34		Pemasangan Inner Crossfire Tube Assemblies dan Check Clearance	2,58 hrs	Sat 14/01/17	Sun 15/01/17
35		Pemasangan Outer Crossfire Tube, Adapter Plate, Gasket, Packing ting dan Packing Glands	3,58 hrs	Sun 15/01/17	Sun 15/01/17
36		Pemasangan Forward Flow Sleeve, Inner Crossfire Tube, Combustion Liner dan Spring Retainer	4,92 hrs	Sun 15/01/17	Sun 15/01/17
37		Pemasangan Flame Detector dan Spark Plugs pada Outer Combustion Casing	3,08 hrs	Sun 15/01/17	Mon 16/01/17
38		Pemasangan Combustion Casing Hinged Covers	3,33 hrs	Mon 16/01/17	Mon 16/01/17
39		Pemasangan Fuel Nozzle	3,33 hrs	Mon 16/01/17	Mon 16/01/17
40		Pemasangan Fuel Gas Piping	3,5 hrs	Mon 16/01/17	Mon 16/01/17
41		Pemasangan line / piping fuel liquid	3,33 hrs	Mon 16/01/17	Mon 16/01/17

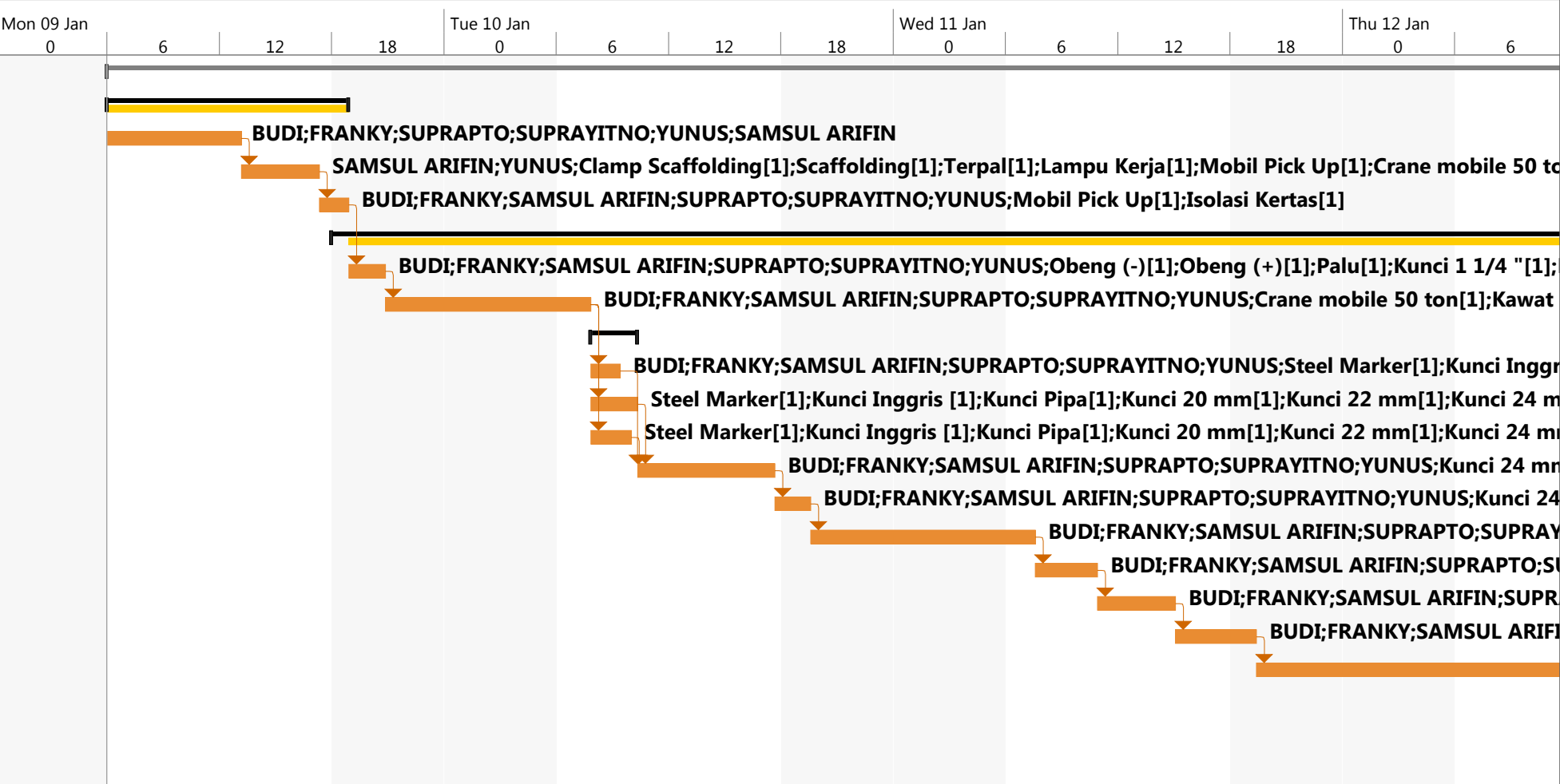
Project: SCHEDULE TA COMBU Date: Tue 02/08/16	Task		Manual Task		Deadline	
	Split		Duration-only		Baseline	
	Milestone		Manual Summary Rollup		Baseline Milestone	
	Summary		Manual Summary		Baseline Summary	
	Project Summary		Start-only		Progress	
	Inactive Task		Finish-only		Manual Progress	
	Inactive Milestone		External Tasks			
	Inactive Summary		External Milestone			

Lampiran 4
Manajemen Proyek yang Baru

ID	Task Mode	Task Name	Duration	Start	Finish	
42		Pemasangan line/ piping atomizing air	3,5 hrs	Mon 16/01/17	Mon 16/01/17	
43		Pemasangan Tingkat Lima dan Sebelas Cooling dan Sealing Air Line dan Extraction valves	3,08 hrs	Mon 16/01/17	Tue 17/01/17	
44		Pemasangan Atap dan Dinding Turbine Compartment	2,17 hrs	Tue 17/01/17	Tue 17/01/17	
45		Penggantian Air Filter	15 hrs	Tue 17/01/17	Wed 18/01/17	
46		Finish	2,08 hrs	Wed 18/01/17	Wed 18/01/17	
47		Persiapan Runing GTG	2,08 hrs	Wed 18/01/17	Wed 18/01/17	

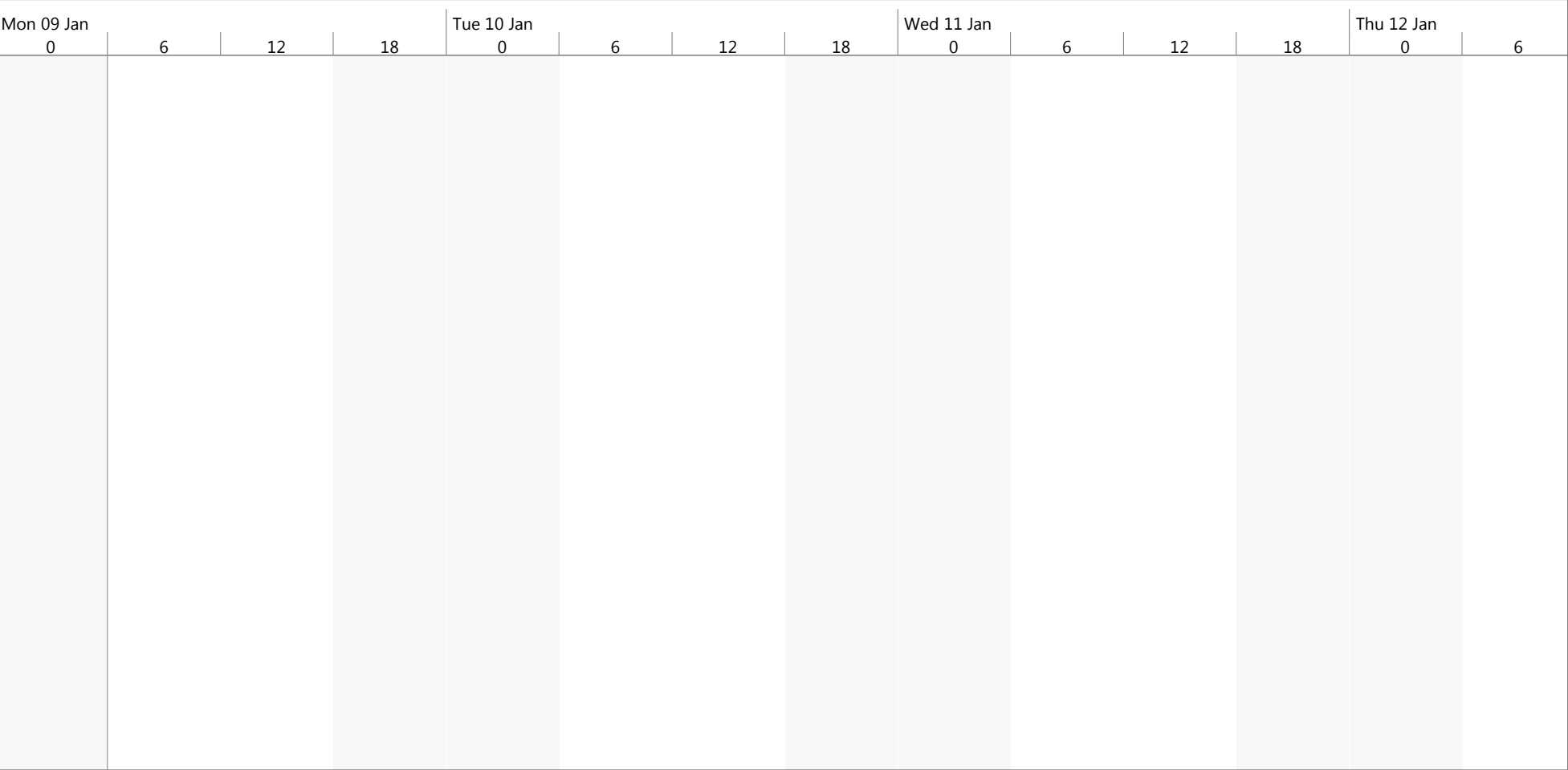
Project: SCHEDULE TA COMBU Date: Tue 02/08/16	Task		Manual Task		Deadline	
	Split		Duration-only		Baseline	
	Milestone		Manual Summary Rollup		Baseline Milestone	
	Summary		Manual Summary		Baseline Summary	
	Project Summary		Start-only		Progress	
	Inactive Task		Finish-only		Manual Progress	
	Inactive Milestone		External Tasks			
	Inactive Summary		External Milestone			























Lampiran 4
Manajemen Proyek yang Baru



Project: SCHEDULE TA COMBU Date: Tue 02/08/16	Task		Manual Task		Deadline	
	Split		Duration-only		Baseline	
	Milestone		Manual Summary Rollup		Baseline Milestone	
	Summary		Manual Summary		Baseline Summary	
	Project Summary		Start-only		Progress	
	Inactive Task		Finish-only		Manual Progress	
	Inactive Milestone		External Tasks			
	Inactive Summary		External Milestone			

Lampiran 4
Manajemen Proyek yang Baru



Project: SCHEDULE TA COMBU Date: Tue 02/08/16	Task		Manual Task		Deadline	
	Split		Duration-only		Baseline	
	Milestone		Manual Summary Rollup		Baseline Milestone	
	Summary		Manual Summary		Baseline Summary	
	Project Summary		Start-only		Progress	
	Inactive Task		Finish-only		Manual Progress	
	Inactive Milestone		External Tasks			
	Inactive Summary		External Milestone			

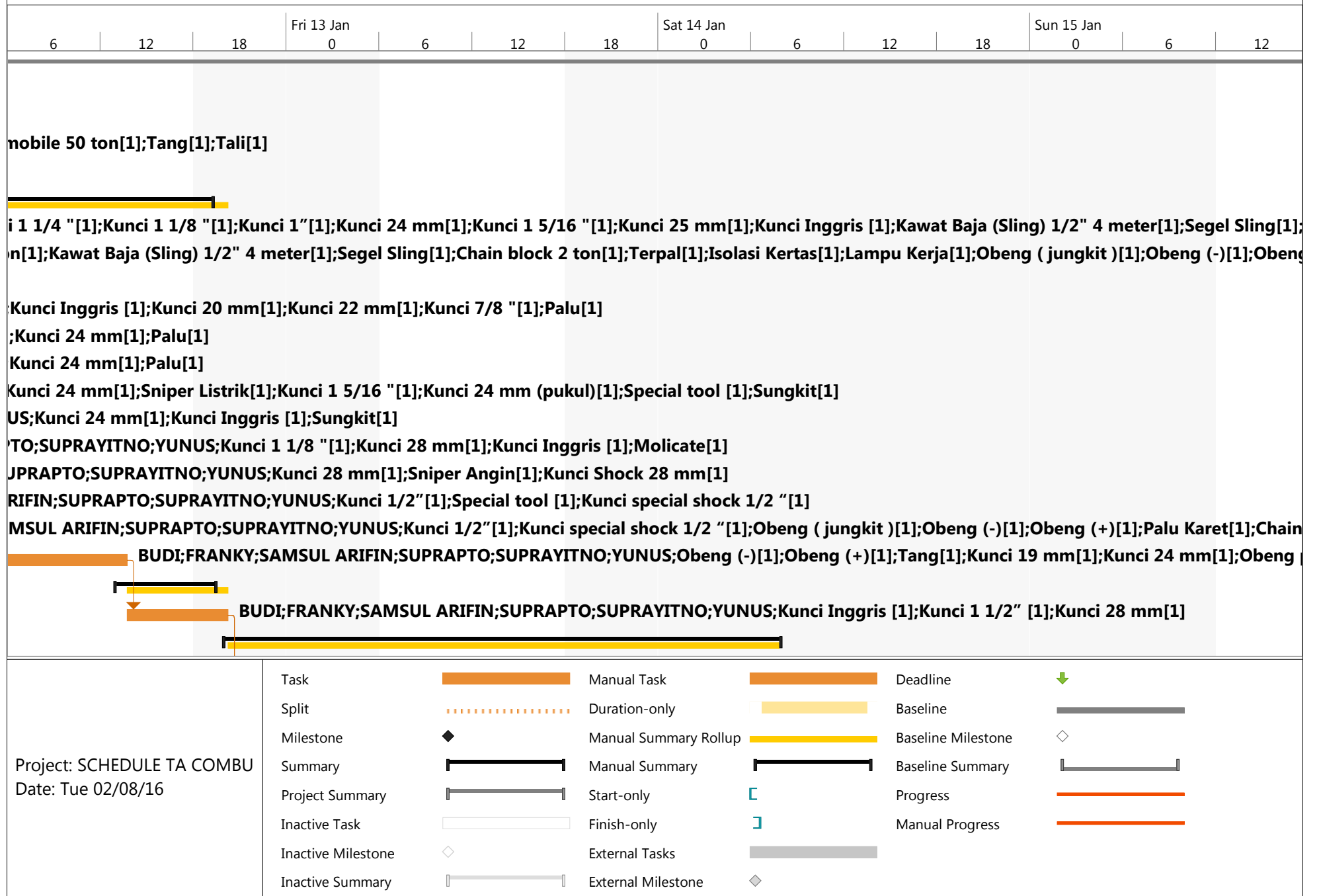
Lampiran 4
Manajemen Proyek yang Baru

Mon 09 Jan				Tue 10 Jan				Wed 11 Jan				Thu 12 Jan	
0	6	12	18	0	6	12	18	0	6	12	18	0	6

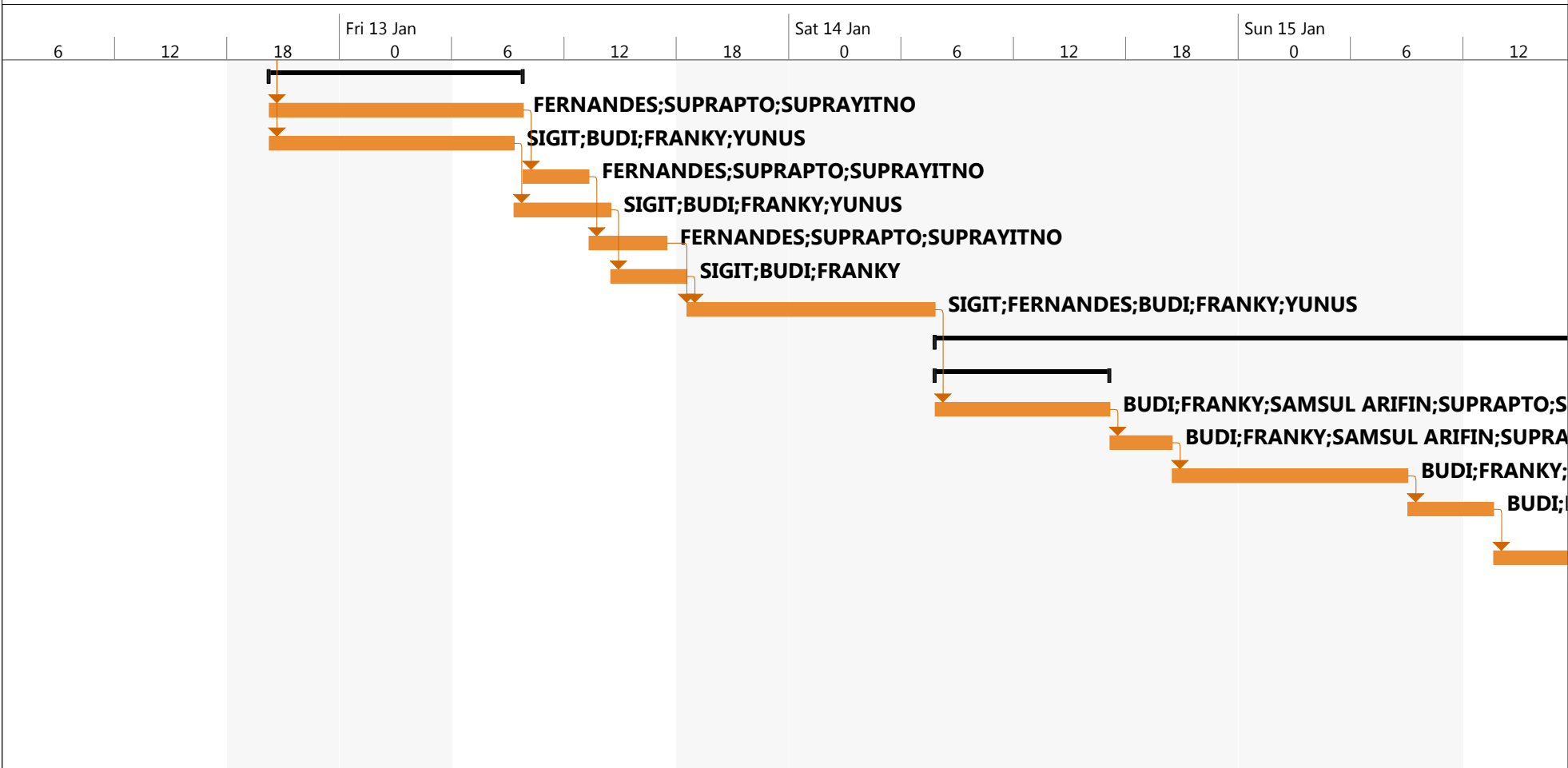


Project: SCHEDULE TA COMBU Date: Tue 02/08/16	Task		Manual Task		Deadline	
	Split		Duration-only		Baseline	
	Milestone		Manual Summary Rollup		Baseline Milestone	
	Summary		Manual Summary		Baseline Summary	
	Project Summary		Start-only		Progress	
	Inactive Task		Finish-only		Manual Progress	
	Inactive Milestone		External Tasks			
	Inactive Summary		External Milestone			

Lampiran 4
Manajemen Proyek yang Baru



Lampiran 4
Manajemen Proyek yang Baru



Project: SCHEDULE TA COMBU Date: Tue 02/08/16	Task		Manual Task		Duration-only		Manual Summary Rollup		Baseline Milestone	
	Split		Duration-only		Baseline		Manual Summary		Baseline Summary	
	Milestone		Manual Summary Rollup		Baseline Milestone			Manual Summary		Baseline Summary
	Summary		Manual Summary		Baseline Summary			Manual Summary		Baseline Summary
	Project Summary		Start-only		Baseline			Manual Summary		Baseline Summary
	Inactive Task		Finish-only		Baseline			Manual Summary		Baseline Summary
	Inactive Milestone		External Tasks		Baseline			Manual Summary		Baseline Summary
	Inactive Summary		External Milestone		Baseline			Manual Summary		Baseline Summary




















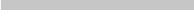


Lampiran 4
Manajemen Proyek yang Baru

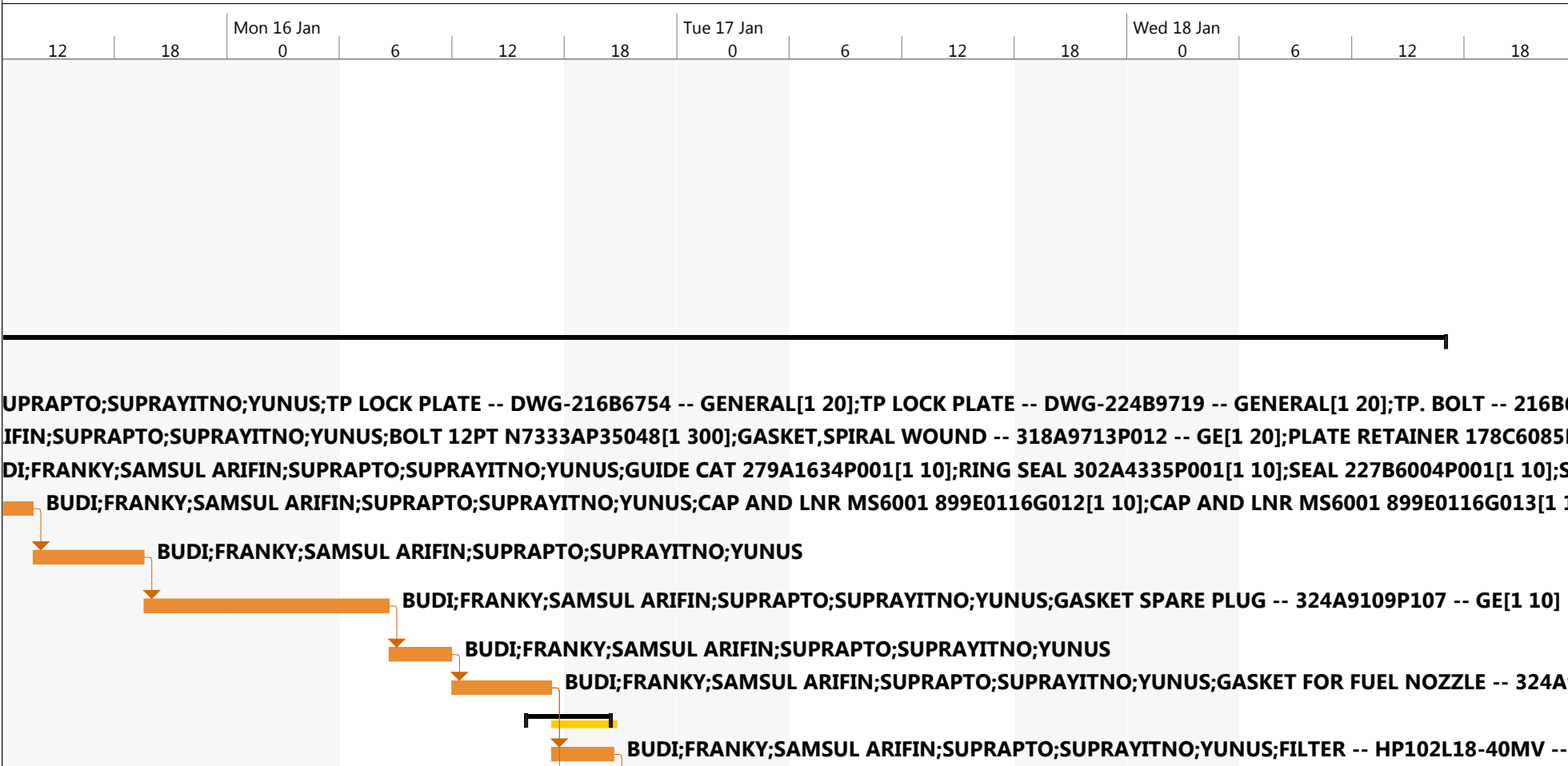
























Project: SCHEDULE TA COMBU Date: Tue 02/08/16	Task		Manual Task		Deadline	
	Split		Duration-only		Baseline	
	Milestone		Manual Summary Rollup		Baseline Milestone	
	Summary		Manual Summary		Baseline Summary	
	Project Summary		Start-only		Progress	
	Inactive Task		Finish-only		Manual Progress	
	Inactive Milestone		External Tasks			
	Inactive Summary		External Milestone			

Lampiran 4
Manajemen Proyek yang Baru

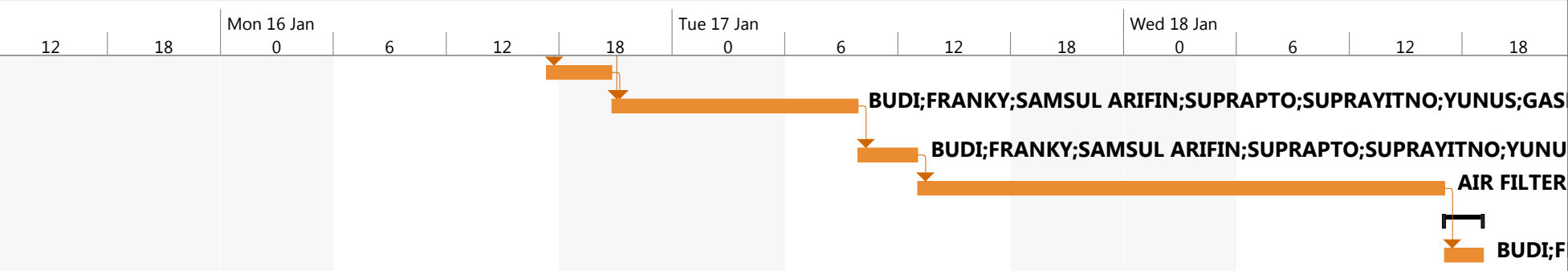


Project: SCHEDULE TA COMBU Date: Tue 02/08/16	Task		Manual Task		Deadline	
	Split		Duration-only		Baseline	
	Milestone		Manual Summary Rollup		Baseline Milestone	
	Summary		Manual Summary		Baseline Summary	
	Project Summary		Start-only		Progress	
	Inactive Task		Finish-only		Manual Progress	
	Inactive Milestone		External Tasks			
	Inactive Summary		External Milestone			



Legend	
Task	 Manual Task  Deadline 
Split	 Duration-only  Baseline 
Milestone	 Manual Summary Rollup  Baseline Milestone 
Summary	 Manual Summary  Baseline Summary 
Project Summary	 Start-only  Progress 
Inactive Task	 Finish-only  Manual Progress 
Inactive Milestone	 External Tasks 
Inactive Summary	 External Milestone 























Lampiran 4
Manajemen Proyek yang Baru



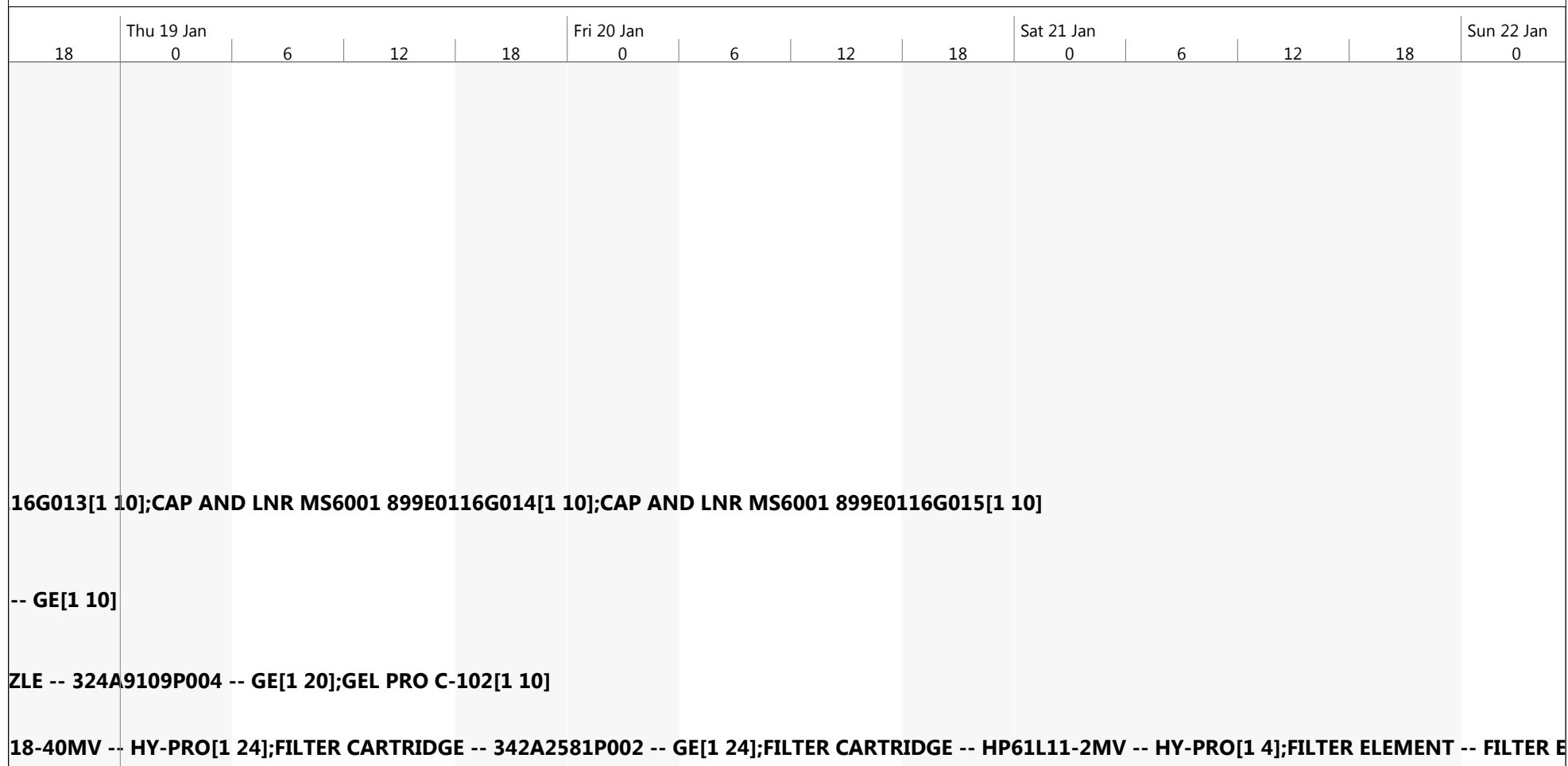
Project: SCHEDULE TA COMBU Date: Tue 02/08/16	Task		Manual Task		Deadline	
	Split		Duration-only		Baseline	
	Milestone		Manual Summary Rollup		Baseline Milestone	
	Summary		Manual Summary		Baseline Summary	
	Project Summary		Start-only		Progress	
	Inactive Task		Finish-only		Manual Progress	
	Inactive Milestone		External Tasks			
	Inactive Summary		External Milestone			























Lampiran 4
Manajemen Proyek yang Baru



Project: SCHEDULE TA COMBU Date: Tue 02/08/16	Task		Manual Task		Deadline	
	Split		Duration-only		Baseline	
	Milestone		Manual Summary Rollup		Baseline Milestone	
	Summary		Manual Summary		Baseline Summary	
	Project Summary		Start-only		Progress	
	Inactive Task		Finish-only		Manual Progress	
	Inactive Milestone		External Tasks			
	Inactive Summary		External Milestone			























Lampiran 4
Manajemen Proyek yang Baru



Project: SCHEDULE TA COMBU Date: Tue 02/08/16	Task		Manual Task		Deadline	
	Split		Duration-only		Baseline	
	Milestone		Manual Summary Rollup		Baseline Milestone	
	Summary		Manual Summary		Baseline Summary	
	Project Summary		Start-only		Progress	
	Inactive Task		Finish-only		Manual Progress	
	Inactive Milestone		External Tasks			
	Inactive Summary		External Milestone			




















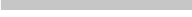


Lampiran 4
Manajemen Proyek yang Baru

18	Thu 19 Jan 0	6	12	18	Fri 20 Jan 0	6	12	18	Sat 21 Jan 0	6	12	18	Sun 22 Jan 0
YUNUS;GASKET SET -- 279A2645P001 -- GE[1 1];GASKET,RING JOINT -- 298A0472P004 -- GE[1 20];Molicate[1] ITNO;YUNUS;Molicate[1];Chain block 2 ton[1];Crane mobile 50 ton[1];Palu[1];Palu Karet[1];Segel Sling[1] AIR FILTER -- GTG AIR FILTER-WITHOUT HAND CRANK -- GENERAL[1 448];BUDI;Clamp Scaffolding[1];FRANKY;Lampu Kerja[1];Mobil Pick Up[1];Scaffolding BUDI;FRANKY;SAMSUL ARIFIN;SUPRAPTO;SUPRAYITNO;YUNUS													

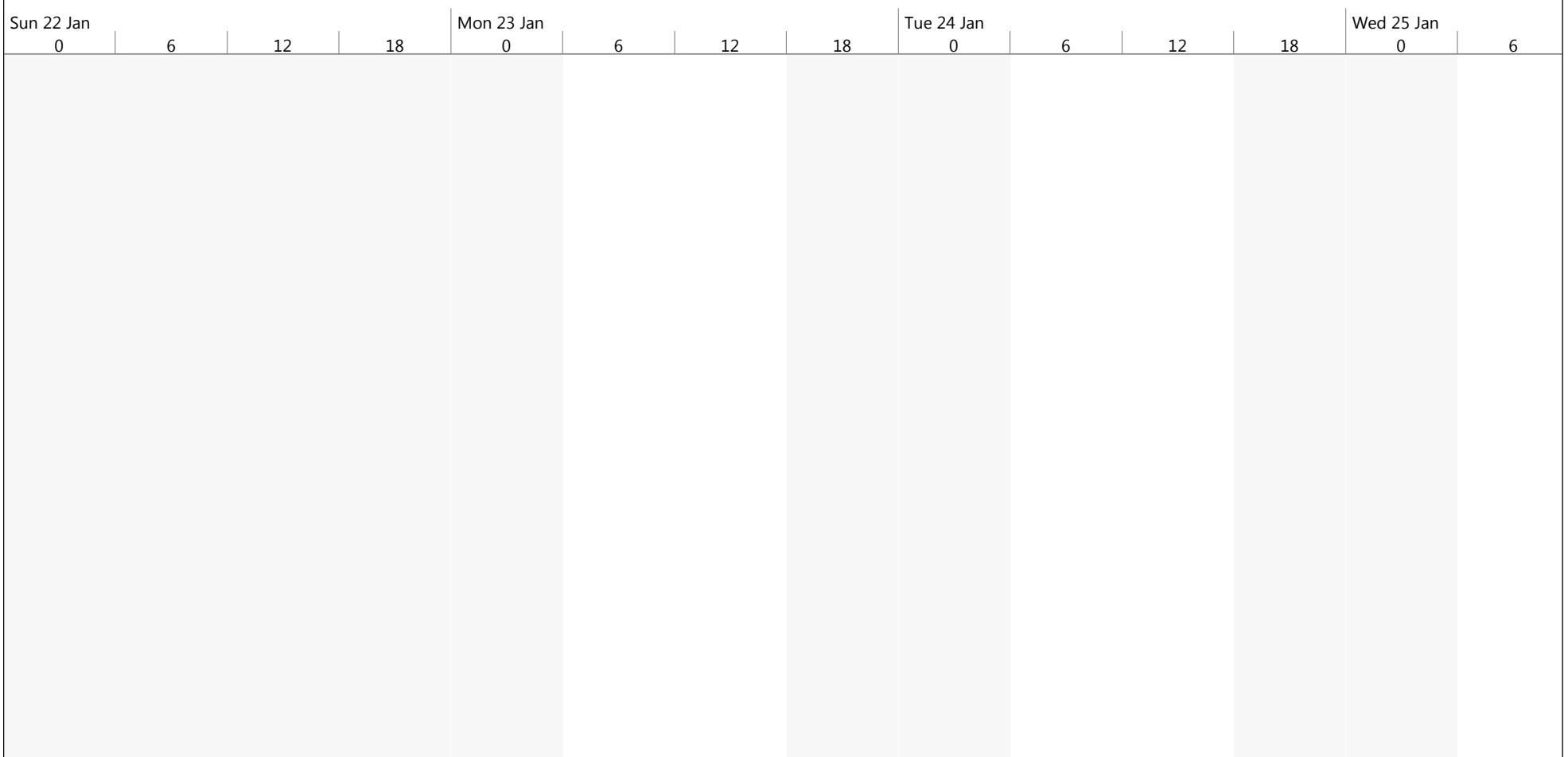
Project: SCHEDULE TA COMBU Date: Tue 02/08/16	Task		Manual Task		Deadline	
	Split		Duration-only		Baseline	
	Milestone		Manual Summary Rollup		Baseline Milestone	
	Summary		Manual Summary		Baseline Summary	
	Project Summary		Start-only		Progress	
	Inactive Task		Finish-only		Manual Progress	
	Inactive Milestone		External Tasks			
	Inactive Summary		External Milestone			




















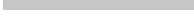


Lampiran 4
Manajemen Proyek yang Baru



Project: SCHEDULE TA COMBU Date: Tue 02/08/16	Task		Manual Task		Deadline	
	Split		Duration-only		Baseline	
	Milestone		Manual Summary Rollup		Baseline Milestone	
	Summary		Manual Summary		Baseline Summary	
	Project Summary		Start-only		Progress	
	Inactive Task		Finish-only		Manual Progress	
	Inactive Milestone		External Tasks			
	Inactive Summary		External Milestone			























Lampiran 4
Manajemen Proyek yang Baru



Project: SCHEDULE TA COMBU Date: Tue 02/08/16	Task		Manual Task		Deadline	
	Split		Duration-only		Baseline	
	Milestone		Manual Summary Rollup		Baseline Milestone	
	Summary		Manual Summary		Baseline Summary	
	Project Summary		Start-only		Progress	
	Inactive Task		Finish-only		Manual Progress	
	Inactive Milestone		External Tasks			
	Inactive Summary		External Milestone			

Lampiran 4
Manajemen Proyek yang Baru



Project: SCHEDULE TA COMBU Date: Tue 02/08/16	Task		Manual Task		Deadline	
	Split		Duration-only		Baseline	
	Milestone		Manual Summary Rollup		Baseline Milestone	
	Summary		Manual Summary		Baseline Summary	
	Project Summary		Start-only		Progress	
	Inactive Task		Finish-only		Manual Progress	
	Inactive Milestone		External Tasks			
	Inactive Summary		External Milestone			

Lampiran 5

Peralatan yang Dipakai dalam Pengerjaan Combustion Inspection

Note: peralatan saat melepas dan memasang sama

No.	Jenis Pekerjaan	Peralatan	Buku Panduan CI dari GE
1	Lepas/pasang pintu kiri dan kanan turbin bagian combustion	Obeng (-) besar dan kecil Palu	Buku CI GE MS-6001-B
2	Lepas/pasang atap turbin bagian combustion	kunci 1 1/8 " kunci 1 1/4 " kunci 1 5/16 " " kunci 25mm kunci 24mm	Buku CI GE MS-6001-B
3	Tandai semua bagian yang sudah lepas dengan mark steel	mark steel	Buku CI GE MS-6001-B
4	Angkat / meletakkan bagian atas dan pintu turbin	Crane 50 ton	Tidak ada penduan
5	Lepas/ pasang Flange Exhaust bagian luar (atas)	kunci 1 1/4 "	Buku CI GE MS-6001-B
6	Lepas/pasang Flange Exhaust bagian dalam	kunci 1 1/8 "	Buku CI GE MS-6001-B
7	Tandai line- line tubing sesuai penomoran combustion / line udara dan solar (1 sampai 10)	mark steel	
8	Lepas/pasang niple CO2	kunci inggris	Buku CI GE MS-6001-B
9	Lepas / pasang Line Flange tubing udara dan solar	kunci inggris kunci 22mm kunci 20mm kunci 19mm kunci 18mm kunci 7/8 " kunci 3/4 "	Buku CI GE MS-6001-B
10	Buka / tutup Flange Tubing note : gasket jangan diambil ketika flange longgar	kunci inggris kunci 24mm kunci 1"	Buku CI GE MS-6001-B
11	Buka/ tutup Flange line Y	kunci 1 1/8 " kunci 28mm	Buku CI GE MS-6001-B
12	Lepas / Pasang Nozzle	kunci 24mm Sniper angin shock 24mm	Buku CI GE MS-6001-B
13	Buka / tutup cover combustion can note: lepas bautnya terlebih dahulu	Sniper angin kunci 3/4 " kunci 19mm	Buku CI GE MS-6001-B
14	Lepas / pasang Spring Retainer	Obeng (-) dan (+) sungkit	Buku CI GE MS-6001-B
15	Tarik/ pasang liner combustion	Special tool Obeng (-) dan (+)	Buku CI GE MS-6001-B
16	Ambil / pasang crossfire combustion note: 2 pcs (mole female)	Obeng (-) dan (+)	Buku CI GE MS-6001-B
17	Lepas / pasang flow sleeve	Obeng (-) dan (+) obeng (-) pukul Palu Baut 13 mm (jack) kunci 1/2 "	Buku CI GE MS-6001-B
18	Buka / pasang line pada casing atas (sirkulasi)	kunci 1 1/8 " kunci 1"	Buku CI GE MS-6001-B
19	Lepas/ pasang tubing yang menghubungkan combustion casing No.3 , 4 ,5, 6	kunci inggris	Buku CI GE MS-6001-B

No.	Jenis Pekerjaan	Peralatan	Buku Panduan CI dari GE
20	Lepas / pasang outer crossfire tube note: buka/ pasang pengikat adapter dulu : note: buka / pasang cover gland packing:	kunci specia shock 1/2 "	Buku CI GE MS-6001-B
		palu karet	
		obeng (-)	
		Obeng (-) dan (+)	
21	Lepas/pasang casing combustion can	kunci shock 3/4 "	Buku CI GE MS-6001-B
		kunci 19mm	
		Batang kunci shock T	
		Kunci pukul 3/4"	
		Retle shock 3/4"	
		Sniper angin	
22	Lepas / pasang Casing note: sisakan 1 baut untuk pengikat saat pengangkatan	Sealing kain	Buku CI GE MS-6001-B
		Chain block 10 dan 5 ton	
		Crane 50 ton	
23	Lepas/ pasang transition piece Buka/ pasang ring (lock plate) dulu : Buka/ pasang slot bolt (shoulder bolt): note: shoulder bolt 2 pcs, pada aft sleeve slot stop 1 pcs note : ambil lock plate , aft braket , ambil slot (aft sleeve seal stop), tarik transition piece	Obeng (-)	Buku CI GE MS-6001-B
		tang	
		Kunci kombinasi 19 mm	
		Kunci kombinasi 24 mm	
		kinci pukul (19 dan 24)	
		palu	
24	Identifikasi Sparepart note : tandai semua yang sudah terlepas yaitu transition piece dan liner catat serial number (S/N) equipment yang in dan out	mark steel	Buku CI GE MS-6001-B
25	Pemasangan transition piece : note : pemasangan transition piece : diawali transition piece No. 5 diakhir transition piece No.10 , pasang baut pada aft support bracket setelah itu tekuk lock plate	kunci 24 mm pukul	Buku CI GE MS-6001-B
		palu	
26	Pemasangan seal stop block , stop block , sherilder bolt ,lock plate	kunci 19 mm pukul	Buku CI GE MS-6001-B
		palu	
27	Pemasangan combustion casing awal note : bersihkan dahulu bekas gasket	sniper angin	Buku CI GE MS-6001-B
		bush spiral	
		molicate	
28	Pasang Adapter (pada casing no.ganjil untuk mempermudah pemasangan): note: pilih sesuai penomeran bersihkan gasket (olesi molicote) pasang adapter(posisikan lubang baut) pasang baut	kunci specia shock 1/2 "	Buku CI GE MS-6001-B
		palu karet	
		obeng (-)	
		Obeng (-) dan (+)	
29	Pasang combustion casing note : posisikan combustion casing : center menggunakan dowel (special bolt) ikat dengan baut pada 4 sisi berfungsi untuk penyeimbang awal, lepas seling dan dowel	Crane 50 ton	Buku CI GE MS-6001-B
		Chain block 10 dan 5 ton	
		seling kawat dan dowel	
		kunci 13mm	

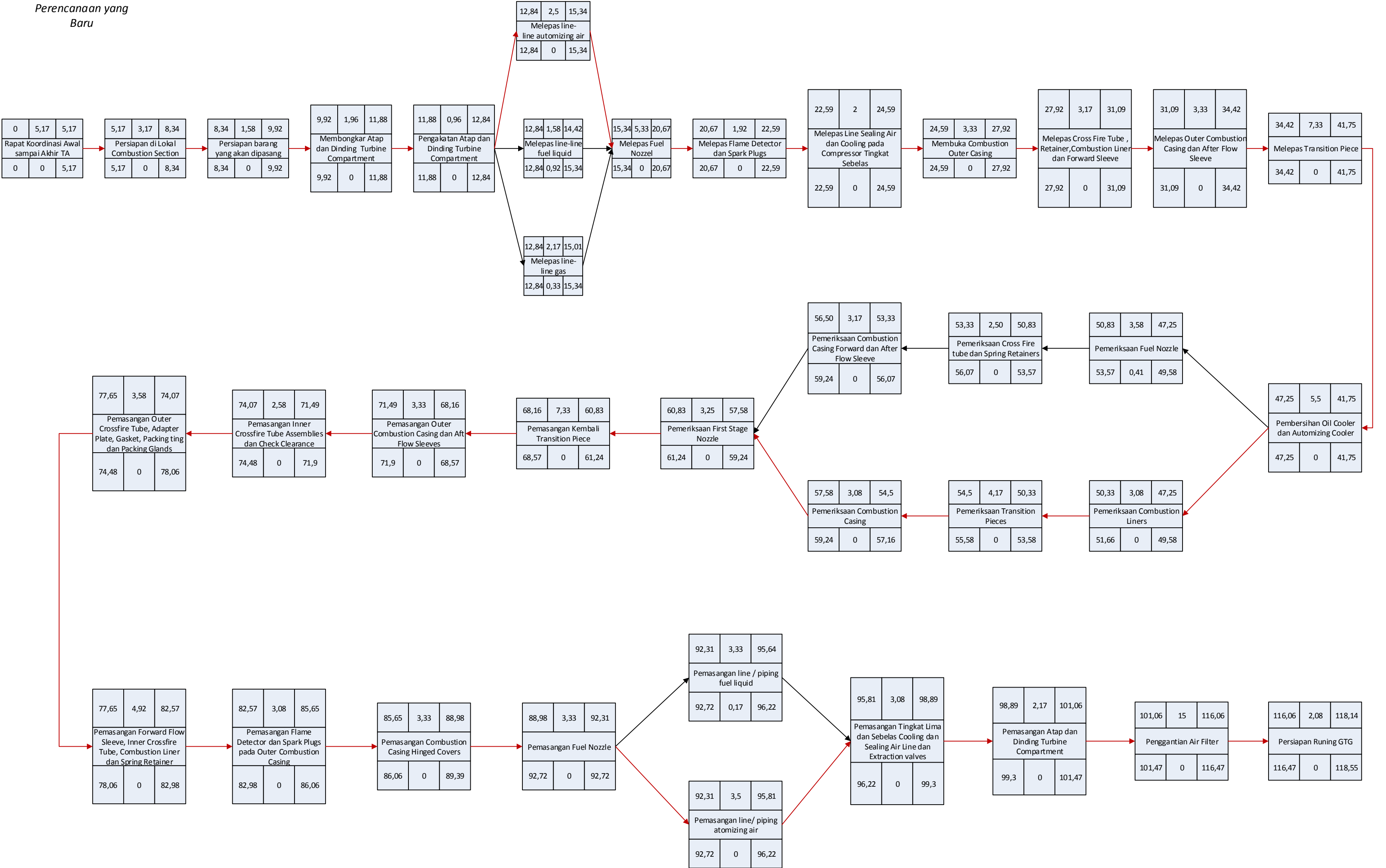
No.	Jenis Pekerjaan	Peralatan	Buku Panduan CI dari GE
30	Pasang crossfire tube	kunci 1/2"	Buku CI GE MS-6001-B
	Pasang packig rings (grafil)	obeng (-)	
	note : pada yang sudah terpasang adaptor dengan urutan pasang outer crossfire tube		
	pasang packing rings pada combustion casing		
	pasang gasket		
	Pasang Adapter :		
	ikat packing gland :		
	note : gap antara packing gland dan casing kurang lebih 3,5 mm (dengan fuller)		
31	Pasang inner male dan female crossfire tube	obeng(-)	Buku CI GE MS-6001-B
	note : female pasang pada sisi berlawanan arah CW	palu karet	
32	Pasang forward flow sleeve	palu karet	Buku CI GE MS-6001-B
	Note : posisikan pen dengan lubangnya		
33	Ikat inner crossfire tube dengan spring retainer	obeng(-)	Buku CI GE MS-6001-B
		palu karet	
34	Tutup/ pasang cover combustion casing	kunci 3/4"	Buku CI GE MS-6001-B
		kunci 19mm	
		obeng jungkit	
		sniper angin	
		kunci shock set	
35	Pasang line dan tube nozzle note : dahulukan pemasangan line C dan D		Buku CI GE MS-6001-B
		gasket 1"	
		gasket 1 1/4"	
		gasket 1/2"	
36	Pretest check valve udara dan solar note : check valve udara dengan tekanan 3,6 psi check valve solar dengan tekanan 80-100 psi	check tekanan yang benar	Buku CI GE MS-6001-B
		sesuai petunjuk OEM	
		pemeriksaan diluar pabrik	
37	Pasang tubing udara dan solar sesuai penomoran	kunci inggris dan obeng (-)	Buku CI GE MS-6001-B
38	Buka aksesoris gear	kunci 15 mm	Buku CI GE MS-6001-B
		kunci 16mm	
		clem 1/2"	
		clem 3/8 "	
		kunci 1 1/8"	
		kunci 5/8"	
39	Ganti seattres bearing 6 set		Buku CI GE MS-6001-B
40	Pasang croosfire tube note : ikat baut casing turbin horizontal 2.400 psi vertical 2.200 psi		Buku CI GE MS-6001-B
		kunci 1 1/8"	
		kunci 1 1/2"	
		kunci 1"	
41	pasang fuel nozzle dengan tekanan : solar 125 lbf air nozzle 40 lbf gas 70 lbf test pressure 300 psig	check tekanan yang benar	Buku CI GE MS-6001-B
		sesuai petunjuk OEM	
		setting dengan teliti	
		sesuai petunjuk OEM	

Lampiran 6

SCHEDULE TURN AROUND COMBUSTION INSPECTION

No.	Task	Predecessor	Time Estimate (jam)			Expected Time(jam)
			Optimistic	Most likely	Pessimistic	
1.	Rapat Koordinasi Awal sampai Akhir TA	-	4	5	7	5,17
2.	Persiapan di Lokal Combustion Section	1	2,5	3	4,5	3,17
3.	Persiapan barang yang akan dipasang	2	1	1,5	2,5	1,58
4.	Membongkar Atap dan Dinding Turbine Compartment	3	1,25	2	2,5	1,96
5.	Pengakatan Atap dan Dinding Turbine Compartment	4	0,5	1	1,25	0,96
6.	Melepas line-line fuel liquid	5	1	1,5	2,5	1,58
7.	Melepas line-line automizing air	5	1,5	2,5	3,5	2,50
8.	Melepas line-line gas	5	1,5	2	3,5	2,17
9.	Melepas Fuel Nozzel	6,7,8	4	5,5	6	5,33
10.	Melepas Flame Detector dan Spark Plugs	9	1	2	2,5	1,92
11.	Melepas Line Sealing Air dan Cooling pada Compressor Tingkat Sebelas	10	1,5	2	2,5	2,00
12.	Membuka Combustion Outer Casing	11	2	3,5	4	3,33
13.	Melepas Cross Fire Tube , Retainer, Combustion Liner dan Forward Sleeve	12	2,5	3	4,5	3,17
14.	Melepas Outer Combustion Casing dan After Flow Sleeve	13	2	3,5	4	3,33
15.	Melepas Transition Piece	14	6	7,5	8	7,33
16.	Pembersihan Oil Cooler dan Automizing Cooler	15	4	5,5	7	5,50
17.	Pemeriksaan Fuel Nozzle	16	3	3,5	4,5	3,58
18.	Pemeriksaan Combustion Liners	16	2,5	3	4	3,08
19.	Pemeriksaan Cross Fire tube dan Spring Retainers	17	2	2,5	3	2,50
20.	Pemeriksaan Transition Pieces	18	3,5	4	5,5	4,17
21.	Pemeriksaan Combustion Casing Forward dan After Flow Sleeve	19	2,5	3	4,5	3,17
22.	Pemeriksaan Combustion Casing	20	2,5	3	4	3,08
23.	Pemeriksaan First Stage Nozzle	21,22	2,75	3,25	3,75	3,25
24.	Pemasangan Kembali Transition Piece	23	6	7,5	8	7,33
25.	Pemasangan Outer Combustion Casing dan Aft Flow Sleeves	24	2	3,5	4	3,33
26.	Pemasangan Inner Crossfire Tube Assemblies dan Check Clearance	25	2	2,5	3,5	2,58
27.	Pemasangan Outer Crossfire Tube, Adapter Plate, Gasket, Packing ting dan Packing Glands	26	2,5	3,5	5	3,58
28.	Pemasangan Forward Flow Sleeve, Inner Crossfire Tube, Combustion Liner dan Spring Retainer	27	4	5	5,5	4,92
29.	Pemasangan Flame Detector dan Spark Plugs pada Outer Combustion Casing	28	2,5	3	4	3,08
30.	Pemasangan Combustion Casing Hinged Covers	29	2	3,5	4	3,33
31.	Pemasangan Fuel Nozzle	30	2	3,5	4	3,33
32.	Pemasangan line / piping fuel liquid	31	2	3,5	4	3,33
33.	Pemasangan line/ piping atomizing air	31	2,5	3,5	4,5	3,50
34.	Pemasangan Tingkat Lima dan Sebelas Cooling dan Sealing Air Line dan Extraction valves	32,33	2,5	3	4	3,08
35.	Pemasangan Atap dan Dinding Turbine Compartment	34	1,5	2	3,5	2,17
36.	Penggantian Air Filter	35	12	15	18	15,00
37.	Persiapan Runing GTG	36	1,5	2	3	2,08

Lampiran 7
Critical path
Perencanaan yang
Baru



Lampiran 8
Pembebanan biaya ke Perusahaan bila Dilakukan Pembelian listrik ke PLN

Dengan asumsi MVAR industri tidak melebihi Q dan pembelian listrik dengan daya 24 MW sesuai daya dari operasional pabrik

Variable hari	Harga satuan per Rp/KWH	Hari	Kapasitas yang Dibutuhkan dalam MW	Total Biaya
Perencanaan Lama	1364,86	14,083	24	Rp 11.071.482.267
Perencanaan Baru	1364,86	9,845	24	Rp 7.739.738.899
Selisih	1364,86	4,238	24	Rp 3.331.743.368

Perhitungan jika ϕ melebihi standart PLN

Daya semu (S): (dijual PLN)	Kebutuhan Pabrik :	Kebutuhan pabrik :
$S = V \times I$ satuan (VA)	Daya aktif (P) :	Daya reaktif (Q): untuk mesin
dimana :	$P = V \times I \times \cos \phi$ (watt)	Q didapat :
dengan daya P = 24MW	$\cos \phi = 0,85$ (standart dari PLN)	$Q = V \times I \sin \phi$
$S = P / \cos \phi$ (MVA)	dari segitiga daya dilihat	$Q = S \sin \phi$ (MVAR)

Pembebanan Biaya ke Perusahaan bila GTG Running

Dengan kapasitas 7,721 MMSCFD (Million Standart Cubic Feet per Day) gas

Kapasitas MMSCFD	Harga satuan natural gas per	Hari	Untuk pembelian bahan bakar	Selisih antara Beli ke PLN dan Running Sendiri
7,721	2883	4,238	Rp 2.671.653.083	Rp 660.090.285

Konversi

Perhitungan:	Besaran	Satuan
1 MMSCF =	1.000	MMBtu
1 MMSCFD=	1.000	MMBtu/D
1 MMBtu=	25	Sm3
1 MMSCFD=	1.000	Sm3/h

Perhematan Biaya Perencanaan pada Saat Perawatan Combustion section

Faktor	Besaran untuk 1 tahun runing GTG	Fokus Analisis Biaya untuk CI Saja
Biaya pembelian listrik untuk 4,238 hari	Rp 3.331.743.368	Rp 3.331.743.368
Biaya bahan bakar turbin gas untuk 4,238 hari	Rp 2.671.653.083	Rp 2.671.653.083
Biaya perawatan CI untuk 14,083 hari dari 1 tahun	Rp 444.873.745	Rp 17.164.814
Biaya perawatan turbin gas untuk 14,083 hari dari 1 tahun	Rp 200.000.000	Rp 7.716.712
Penghematan total		Rp 635.208.759

Lampiran 9

RISK MANAGEMENT FOR COMBUSTION INSPECTION (CI)										
KLASIFIKASI RISIKO	No.	KODE	RISIKO	KETERANGAN	DAMPAK	PENILAIAN		SOLUSI	NILAI RISIKO	KODE
						KEMUNGKINAN	KONSEKUENSI			
INTERNAL RISK	1.	IR1	<i>Sparepart</i> untuk CI terlambat datang bahkan tidak datang.	Pengiriman <i>sparepart</i> dari <i>vendor</i> terlambat, untuk melihat barang yang terlambat datang bisa dilihat pada lampiran <i>Sparepart CI</i> .	<i>Spare part</i> lama dipakaikan kembali dan <i>breakdown Maintenance selanjutnya</i> lebih awal dari waktunya.	3	4	Pemesanan <i>sparepart</i> harus mengacu pada <i>history</i> tahunan barang sampai, usahkan memberi waktu lebih pada saat pemesanan dari jadwal yang sudah ditentukan, dan selalu lakukan koordinasi antara PGM , <i>planner</i> , dan pelaksana.	12	IR1
	2.	IR2	Keterlambatan memulai pekerjaan di pagi hari.	Waktu mulai rapat di pagi hari terlambat.	Pekerjaan harian CI terlambat dari perencanaan.	2	1	Memulai koordinasi lebih awal. Memberikan breafing pembagian tugas dengan singkat dan jelas.	2	IR2
	3.	IR3	Kurangnya pengalaman tenaga kerja.	Sebagian pekerja tenaga kerja baru, sehingga masih butuh belajar dalam pengerjaan CI.	Penyelesaian pekerjaan terlambat dan kesalahan urutan pemasangan <i>part</i> pada pelaksanaan perawatan.	2	3	Lakukan <i>training</i> tentang <i>combustion inspection</i> entah di diklat ataupun di barak. Bisa dilakukan dengan cara diskusi di Barak antara senior dan junior. Sering membaca Prosedur <i>combustion inspection</i> .	6	IR3
	4.	IR4	Kurangnya pengawasan dan arahan ketua regu pada pelaksana.	Pengawasan dan arahan yang kurang menyeluruh dan tidak setiap saat pada waktu pelaksanaan.	Pekerja merasa tidak diawasi dan kerjanya menjadi lambat atau masih kebingungan dengan pekerjaan mereka.	2	1	Melakukan pengawasan berkala pada saat pengerjaan CI. Memberikan perintah dan arahan yang jelas dan tegas. Ketua regu seharusnya selalu berkeliling di sekitar pekerja saat pengerjaan CI. Selalu melaporkan kegiatan harian.	2	IR4
	5.	IR5	Kesalah pahaman antara pelaksana dan <i>planner</i> .	Kurangnya komunikasi yang baik dan pemahaman pelaksanaan CI antara pelaksana dan <i>planner</i> .	Pekerjaan harian tidak selesai tepat waktu, urutan pekerjaan salah, dan proyek perawatan terlambat.	2	2	Sering melakukan koordinasi sebelum pengerjaan CI antara pelaksana dan <i>planner</i> . <i>Planner</i> belum tentu paham kondisi di lapangan sehingga antara <i>planner</i> dan pelaksana harus saling bertukar pendapat sehingga terjadi perencanaan yang baik.	4	IR5
	6.	IR6	Kesalah pahaman antara pelaksana.	Kurangnya komunikasi yang baik dan pemahaman pelaksanaan CI antara pelaksana .	Pekerjaan harian tidak selesai tepat waktu, proyek perawatan lebih lama, pekerjaan tidak terselesaikan dengan baik.	2	1	Selalu melakukan meeting di pagi hari. Komunikasi singkat dan jelas sangat dibutuhkan kan ketika bekerja dalam team pada saat melakukan suatu kegiatan yang sama.	2	IR6
	7.	IR7	Keterlambatan pembayaran upah.	Gaji lembur yang sering terlambat pembayaran.	Pelaksana menjadi malas bekerja dan proyek perawatan terlambat.	1	1	Pembayaran dilakukan dengan baik sesuai porsi pekerjaan pelaksana. Mewajibkan denda bagi perusahaan bila terlambat menggaji.	1	IR7
	8.	IR8	Pelaksana kurang cekatan dalam pengerjaan CI.	Kurangnya <i>training</i> pengerjaan CI	Pekerjaan tidak selesai tepat waktu dan proyek perawatan terlambat.	1	1	Sering diadakan diskusi dan <i>training</i> antara senior dan junior tentang pengerjaan CI.	1	IR8
	9.	IR9	Pelaksana ada yang tidak bisa bertugas.	Kondisi lapangan saat pengerjaan CI, misal : pelaksana ada yang sakit atau cedera.	Tenaga kerja berkurang dan proyek perawatan tidak selesai tepat waktu.	2	1	Selalu mewajibkan pemakaian APD pada pekerja sesuai jenis pekerjaan yang mereka lakukan. Mejaga kondisi pekerja dengan tidak memaksakan diri bekerja melebihi batas kemampuan tubuh mereka dan selalu mengonsumsi vitamin.	2	IR9
	10.	IR10	Tenaga kerja <i>subcontract</i> tidak cekatan.	Tenaga tambahan dari <i>subcontract</i> belum paham dengan pengerjaan CI.	Perlu pengarahan lebih, pekerjaan tidak sesuai perencanaan, dan pekerjaan tidak selesai tepat waktu.	1	1	Melakukan <i>breafing</i> antara ketua regu dan tenaga <i>subcontract</i> agar mereka paham pekerjaan mereka.	1	IR10
	11.	IR11	Barang penunjang sekali pakai <i>out stock</i> .	<i>Stock</i> di PGM habis, misal: molykote, isolasi, WD dan lain-lain.	Mengganggu pekerjaan dan pekerjaan lebih lama	2	1	Selalu mengecek kembali barang penunjang sekali pakai, pada saat mendekati CI. Mengadakan persediaan barang ketika barang habis.	2	IR11
PROJECT RISK	12.	PR1	<i>Crane</i> tidak datang tepat waktu.	Pada pekerjaan : Persiapan di Lokal <i>Combustion Section</i> .	Pekerjaan selanjutnya menjadi lebih lama mulainya dan menyebabkan keterlambatan beruntun.	2	1	Pemberitahuan lebih awal tentang pemakaian <i>crane</i> dan meminta untuk mengutamakan kebutuhan crane untuk kebutuhan perawatan turbin gas.	2	PR1
	13.	PR2	<i>Spare part</i> ada yang tertinggal di Gudang.	Pada pekerjaan: Persiapan barang yang akan dipasang.	Pekerjaan selanjutnya menjadi lebih lama mulainya dan menyebabkan keterlambatan beruntun.	1	1	Melakukan chek list setiap barang yang akan dibawa ke plant dan Melakukan pemeriksaan sebelum barang dibawa dari gudang.	1	PR2
	14.	PR3	Pekerja tertimpa atap dan dinding <i>turbine compartment</i> saat pembongkaran.	Pada pekerjaan: Membongkar Atap dan Dinding <i>Turbine Compartment</i> .	Pekerja mengalami luka ringan bahkan berat dan pekerjaan perawatan turbin terganggu.	2	3	Memasang alat pengikat sebagai <i>support</i> dinding sabelum pelepasan total, koordinasi antar pelaksana dalam pelepasan.	6	PR3
	15.	PR4	Atap dan dinding <i>turbine compartment</i> terjatuh saat diangkat, dan Pekerja tertimpa atap dan dinding turbin saat pengangkatan.	Pengakatan Atap dan Dinding <i>Turbine Compartment</i> .	Pekerja mengalami luka ringan bahkan berat, pekerjaan perawatan turbin terganggu, dan <i>part</i> rusak.	2	4	Memasang kawat baja seling yang lebih kuat dan benar, menggunakan alat pengikat tambahan seperti tali atau chain block.	8	PR4
	16.	PR5	Ada <i>line-line</i> yang sulit untuk dilepaskan.	Pada pekerjaan: Melepas <i>line-line fuel liquid</i> , Melepas <i>line-line automizing air</i> , dan Melepas <i>line-line gas</i> .	<i>Part line-line</i> rusak ulirnya, kerugian pada perusahaan untuk pengadaan <i>spare part</i> yang baru atau <i>repair</i> .	2	4	Berikan fel pro C-100 pada setiap ukir line, dan lepas secara perlahan.	8	PR5
	17.	PR6	Pekerja lupa memberikan tanda pada <i>line-line</i> .		Pekerja kesulitan pada pemsangan kembali dan <i>part</i> turbin rusak.	3	4	Selalu lakukan <i>check list</i> t tanda pada <i>line -line</i> saat pembongkaran, dan saling koordinasi antar pekerja.	12	PR6
	18.	PR7	Ada <i>fuel nozzle</i> yang sulit untuk dilepaskan.	Pada pekerja: Melepas <i>Fuel Nozzel</i> dan ulir <i>fuel nozzle</i> berkarat.	Ulir <i>fuel nozzle</i> rusak dan kerugian bagi perusahaan untuk pengadaan <i>fuel nozzle</i> baru atau <i>repair</i> .	2	2	Berikan fel pro C-100 pada setiap ulir <i>fuel nozzle</i> dan lepas secara perlahan.	4	PR7
	19.	PR8	Ada <i>flame detector</i> yang sulit untuk dilepaskan.	Pada pekerjaan: Melepas <i>Flame Detector</i> dan <i>Spark Plugs</i> dan ulir baut berkarat.	<i>Flame detector</i> rusak dan kerugian bagi perusahaan untuk pengadaan <i>flame detector</i> baru atau <i>repair</i> .	2	1	Berikan cairan WD pada setiap ukir <i>flame detector</i> , dan lepas secara perlahan.	2	PR8
	20.	PR9	Kesulitan pelepasan <i>Line sealing air</i> dan <i>cooling</i> .	Pada pekerjaan: Melepas <i>Line Sealing Air</i> dan <i>Cooling</i> pada <i>Compressor</i> Tingkat Sebelas.	<i>Line sealing air</i> dan <i>cooling</i> rusak dan kerugian bagi perusahaan untuk pengadaan <i>Line sealing air</i> serta <i>cooling</i> atau <i>repair</i> .	2	1	Berikan cairan WD pada setiap ulir baut pipa <i>sealing</i> dan <i>cooling</i> , lepas secara perlahan.	2	PR9
	21.	PR10	Kesulitan membuka baut-baut yang terpasang pada <i>Combustion Outer Casing</i> .	Pada pekerjaan: Membuka <i>Combustion Outer Casing</i> .	Ulir pada baut rusak dan kerugian bagi perusahaan untuk pengadaan baut-baut baru.	1	1	Berikan cairan WD pada setiap ulir baut <i>Combustion Outer Casing</i> , lepas secara perlahan.	1	PR10
	22.	PR11	<i>Cross Fire Tube</i> , <i>Retainer</i> , <i>Combustion Liner</i> dan <i>Forward Sleeve</i> pada saat pengangkatan jatuh dari ketinggian.	Pada pekerjaan: Melepas <i>Cross Fire Tube</i> , <i>Retainer</i> , <i>Combustion Liner</i> dan <i>Forward Sleeve</i> .	<i>Cross Fire Tube</i> , <i>Retainer</i> , <i>Combustion Liner</i> dan <i>Forward Sleeve</i> rusak dan kerugian bagi perusahaan untuk pengadaan <i>sparepart</i> baru.	2	1	Periksa seling baja saat pengangkatan, gunakan tali kain sebagai pengaman tambahan.	2	PR11
	23.	PR12	Pelaksana kejatuhan <i>combustion outer casing</i> .	Pada pekerjaan: Melepas dan pengangkatan <i>Outer Combustion Casing</i> dan <i>After Flow Sleeve</i> .	Pekerja mengalami luka ringan bahkan berat, pekerjaan perawatan turbin terganggu dan <i>part</i> rusak.	1	3	Periksa seling baja saat pengangkatan, gunakan tali kain sebagai pengaman tambahan. Bersihkan rute pengangkatan <i>part</i> dari pekerja.	3	PR12
	24.	PR13	<i>Transition piece</i> jatuh dari ketinggian.	Pada pekerjaan: Melepas <i>Transition Piece</i> .	<i>Transition piece</i> rusak dan kerugian bagi perusahaan untuk pengadaan <i>transition piece</i> baru ataupun <i>repair</i> .	1	2	Periksa seling baja saat pengangkatan, gunakan tali kain sebagai pengaman tambahan.	2	PR13
	25.	PR14	Pembersihan <i>filter oil cooler</i> dan <i>automizing cooler</i> tidak baik.	Pada pekerjaan: Pembersihan <i>Oil Cooler</i> dan <i>Automizing Cooler</i> .	Pembongkaran ulang, menambah durasi penyelesaian perawatan turbin gas, kotoran dapat mengikis komponen di dalam turbin gas.	2	2	Periksa dengan teliti jangan ada kotoran yang tersisa, tembak dengan udara bertekanan pada <i>filter</i> .	4	PR14
	26.	PR15	<i>Fuel nozzle</i> sudah dikatakan lolos audit tetapi kenyataannya kondisinya tidak dalam keadaan baik.	Pada pekerjaan: Pemeriksaan <i>Fuel Nozzle</i> .	Konsumsi bahan bakar meningkat karena pembakaran yang tidak baik dan kerugian bagi perusahaan dan daya turbin menurun.	2	3	Pelaksana ikut memeriksa dalam proses <i>repair fuel nozzle</i> pastikan sesuai petunjuk OEM. Siapkan <i>fuel nozzle</i> cadangan yang baik untuk berjaga-jaga.	6	PR15
	27.	PR16	<i>combustion liners</i> sudah dikatakan lolos audit tetapi kenyataannya kondisinya tidak dalam keadaan baik.	Pada pekerjaan: Pemeriksaan <i>Combustion Liners</i> .	Terjadi pembakaran yang tidak baik dan jika ada retakan dapat menyebabkan rusaknya <i>part</i> lain setelahnya, dan turbin rusak.	2	3	Pelaksana ikut memeriksa dalam proses <i>repair combustion liner</i> dan pastikan sesuai petunjuk OEM.	6	PR16
	28.	PR17	<i>Cross Fire tube</i> dan <i>Spring Retainers</i> sudah dikatakan lolos audit tetapi kenyataannya kondisinya tidak dalam keadaan baik.	Pada pekerjaan: Pemeriksaan <i>Cross Fire tub</i> e dan <i>Spring Retainers</i> .	Terjadi pembakaran yang tidak baik, jika ada retakan dapat menyebabkan rusaknya <i>part</i> lain setelahnya dan turbin rusak.	2	3	Pelaksana ikut memeriksa dalam proses <i>repair combustion liner</i> dan pastikan sesuai petunjuk OEM.	6	PR17
	29.	PR18	<i>Transition Pieces</i> sudah dikatakan lolos audit tetapi kenyataannya kondisinya tidak dalam keadaan baik.	Pada pekerjaan: Pemeriksaan <i>Transition Pieces</i> .	Terjadi pembakaran yang tidak baik, jika ada retakan dapat menyebabkan rusaknya <i>part</i> lain setelahnya dan turbin rusak.	2	3	Pelaksana ikut memeriksa dalam proses <i>repair Transition Pieces</i> dan pastikan sesuai petunjuk OEM.	6	PR18
	30.	PR19	<i>Combustion Casing Forward</i> dan <i>After Flow Sleeve</i> sudah dikatakan lolos audit tetapi kenyataannya kondisinya tidak baik.	Pada pekerjaan: Pemeriksaan <i>Combustion Casing Forward</i> dan <i>After Flow Sleeve</i> .	Terjadi pembakaran yang tidak baik, jika ada retakan dapat menyebabkan rusaknya <i>part</i> lain setelahnya dan turbin rusak.	2	3	Pelaksana ikut memeriksa dalam proses repair <i>Combustion Casing Forward</i> dan <i>After Flow Sleeve</i> dan pastikan sesuai petunjuk OEM.	6	PR19
	31.	PR20	<i>Combustion Casing</i> sudah dikatakan lolos audit tetapi kenyataannya kondisinya tidak dalam keadaan baik.	Pada pekerjaan: Pemeriksaan <i>Combustion Casing</i> .	Terjadi pembakaran yang tidak baik, jika ada retakan dapat menyebabkan rusaknya <i>part</i> lain setelahnya dan turbin rusak.	2	3	Pelaksana ikut memeriksa dalam proses repair <i>combustion casing</i> pastikan sesuai petunjuk OEM.	6	PR20
	32.	PR21	<i>First Stage Nozzle</i> sudah dikatakan lolos audit tetapi kenyataannya kondisinya tidak dalam keadaan baik.	Pada pekerjaan: Pemeriksaan <i>First Stage Nozzle</i> .	Terjadi pembakaran yang tidak baik, jika ada retakan dapat menyebabkan rusaknya <i>part</i> lain setelahnya dan turbin rusak.	2	3	Pelaksana ikut memeriksa dalam proses repair <i>First Stage Nozzle</i> dan pastikan sesuai petunjuk OEM.	6	PR21
	33.	PR22	Pemasangan <i>trantion piece</i> yang tidak berurutan sesuai prosedur.	Pada pekerjaan: Pemasangan Kembali <i>Transition Piece</i> .	Penyelesaian pekerjaan terlambat dan pelaksana kesulitan mengerjakan pekerjaan berikutnya.	1	2	Pasang sesuai petunjuk OEM dan ketua regu selalu mengawasi jalannya proses perawatan.	2	PR22
	34.	PR23	Pemasangan <i>Outer Combustion Casing</i> dan <i>Aft Flow Sleeves</i> yang tidak sesuai prosedur.	Pada pekerjaan: Pemasangan <i>Outer Combustion Casing</i> dan <i>Aft Flow Sleeves</i>	Penyelesaian pekerjaan terlambat dan pelaksana kesulitan mengerjakan pekerjaan berikutnya.	1	2	Pasang sesuai petunjuk OEM dan ketua regu selalu mengawasi jalannya proses perawatan.	2	PR23
	35.	PR24	Pemasangan dan <i>Check Clearance</i> pada <i>Inner Crossfire Tube</i> yang tidak sesuai petunjuk OEM.	Pada pekerjaan: Pemasangan <i>Inner Crossfire Tube Assemblies</i> dan <i>Check Clearance</i>	Penyelesaian pekerjaan terlambat dan pelaksana kesulitan mengerjakan pekerjaan berikutnya.	1	2	Pelaksana ikut memeriksa dalam proses repair <i>inner crossfire tube</i> pastikan sesuai petunjuk OEM.	2	PR24
	36.	PR25	Pemasangan <i>Outer Crossfire Tube</i> , <i>Adapter Plate</i> , <i>Gasket</i> , <i>Packing ting</i> dan <i>Packing Glands</i> yang tidak sesuai prosedur.	Pada pekerjaan: Pemasangan <i>Outer Crossfire Tube</i> , <i>Adapter Plate</i> , <i>Gasket</i> , <i>Packing ting</i> dan <i>Packing Glands</i> .	Penyelesaian pekerjaan terlambat dan pelaksana kesulitan mengerjakan pekerjaan berikutnya.	1	2	Pasang sesuai petunjuk OEM dan ketua regu selalu mengawasi jalannya proses perawatan.	2	PR25
	37.	PR26	Pemasangan <i>forward flow sleeve</i> , <i>inner cross fire tube</i> <i>combustion liner</i> dan <i>spring retainer</i> yang tidak sesuai prosedur.	Pada pekerjaan: Pemasangan <i>Forward Flow Sleeve</i> , <i>Inner Crossfire Tube</i> , <i>Combustion Liner</i> , dan <i>Spring Retainer</i>	Penyelesaian pekerjaan terlambat dan pelaksana kesulitan mengerjakan pekerjaan berikutnya.	1	2	Pasang <i>forward flow sleeve</i> , <i>inner cross fire tube</i> , <i>combustion liner</i> dan <i>spring retainer</i> sesuai petunjuk OEM, dan ketua regu selalu mengawasi jalannya proses perawatan.	2	PR26
	38.	PR27	Pemasangan <i>Flame Detector</i> dan <i>Spark Plugs</i> pada <i>Outer Combustion Casing</i> yang tidak sesuai prosedur.	Pada pekerjaan: Pemasangan <i>Flame Detector</i> dan <i>Spark Plugs</i> pada <i>Outer Combustion Casing</i> .	Penyelesaian pekerjaan terlambat dan pelaksana kesulitan mengerjakan pekerjaan berikutnya.	1	2	Pasang <i>Flame Detector</i> dan <i>Spark Plugs</i> sesuai petunjuk OEM dan ketua regu selalu mengawasi jalannya proses perawatan.	2	PR27
	39.	PR28	Pemasangan <i>Combustion Casing Hinged Covers</i> yang tidak sesuai prosedur.	Pada pekerjaan: Pemasangan <i>Combustion Casing Hinged Covers</i> .	Penyelesaian pekerjaan terlambat dan pelaksana kesulitan mengerjakan pekerjaan berikutnya.	1	2	Pasang <i>Combustion Casing Hinged Covers</i> sesuai petunjuk OEM dan ketua regu selalu mengawasi jalannya proses perawatan.	2	PR28
	40.	PR29	Pemasangan <i>Fuel Nozzle</i> yang tidak sesuai prosedur dan <i>standart</i> .	Pada pekerjaan: Pemasangan <i>Fuel Nozzle</i> .	Turbin tidak bisa menghasilkan daya sesuai spesifikasi dan <i>part</i> turbin rusak.	1	2	Pasang <i>Fuel Nozzle</i> sesuai petunjuk OEM dan ketua regu selalu mengawasi jalannya proses perawatan.	2	PR29
	41.	PR30	Kesalahan memasang <i>line-line</i> pada <i>piping fuel liquid</i> dan <i>piping atomizing air</i> .	Pada pekerjaan: Pemasangan <i>line / piping fuel liquid</i> Pemasangan <i>line/ piping atomizing air</i> .	<i>Part</i> rusak parah, <i>shutdown</i> lebih lama, dan kerugian bagi perusahaan atau bahkan terjadi ledakan.	2	5	Pasang sesuai tanda yang diberikan, selalu saling mengingatkan antar pelaksana dalam proses pemasangan <i>line-line</i> , dan ketua regu selalu mengawasi jalannya proses perawatan.	10	PR30
	42.	PR31	Pemasangan Tingkat Lima dan Sebelas <i>Cooling</i> dan <i>Sealing Air Line</i> dan <i>Extraction valve</i> s tidak sesuai prosedur.	Pada pekerjaan: Pemasangan Tingkat Lima dan Sebelas <i>Cooling</i> dan <i>Sealing Air Line</i> dan <i>Extraction valves</i> .	Penyelesaian pekerjaan terlambat dan pelaksana kesulitan mengerjakan pekerjaan berikutnya.	2	3	Pasang sesuai petunjuk OEM dan ketua regu selalu mengawasi jalannya proses perawatan.	6	PR31
	43.	PR32	Pemasangan Atap dan Dinding <i>Turbine Compartment</i> tidak sesuai prosedur.	Pada pekerjaan: Pemasangan Atap dan Dinding <i>Turbine Compartment</i>	Penyelesaian pekerjaan terlambat dan pelaksana kesulitan mengerjakan pekerjaan berikutnya.	1	2	Pasang sesuai petunjuk OEM dan ketua regu selalu mengawasi jalannya proses perawatan.	2	PR32
	44.	PR33	Penggantian Air Filter yang tidak sesuai prosedur.	Pada pekerjaan: Penggantian <i>Air Filter</i>	Penyelesaian pekerjaan terlambat dan pelaksana kesulitan mengerjakan pekerjaan berikutnya.	1	2	Pasang sesuai petunjuk OEM dan ketua regu selalu mengawasi jalannya proses perawatan.	2	PR33
	45.	PR34	GTG meledak.	Persiapan <i>Runing</i> GTG	Kerugian sangat besar bagi perusahaan dan proses produksi terhambat.	3	5	Semua rangkaian perawatan harus sesuai petunjuk OEM, tidak boleh ada kesalahan pada saat perawatan, selalu periksa kembali semua komponen yang terpasang.	15	PR34
	46.	PR35	Terjatuh dari ketinggian.	Kecelakaan kerja pada pembungkaran <i>combustion casing</i> terutama 10, 9 , 1 2 dan 8.	Cidera ringan ataupun berat pada pelaksana, pelaksana berkurang, terlambatnya pengerjaan CI, dan bahkan pekerja meninggal.	2	3	Gunakan alat perlindungan diri yang sesuai, pasang pijakan yang kokoh, dan selalu mengutamakan keselamatan kerja.	6	PR35
	47.	PR36	Kejatuhan benda berat.	Kecelakaan kerja karena kejatuhan palu , kunci , atau barang yang masih ada diatas pelaksana	Cidera ringan ataupun berat pada pelaksana, pelaksana berkurang, terlambatnya pengerjaan CI, dan bahkan pekerja meninggal.	2	3	Gunakan alat perlindungan diri yang standart yaitu helm, dan bersihkan dan rapikan semua benda yang sudah tidak digunakan.	6	PR36
	48.	PR37	Luka gores pada saat pengerjaan CI.	Kesalahan posisi pengerjaan, tidak memakai APD yang benar dan sesuai, dan kurang terampil.	Cidera ringan ataupun berat pada pelaksana, pelaksana berkurang, dan terlambatnya pengerjaan CI.	2	3	Persiapkan kotak P3K di lokasi perawatan maupun barak, segera berhenti dan mengobati luka yang didapat Gunakan alat perlindungan diri yang sesuai.	6	PR37
	49.	PR38	Terlikir saat mendarat ke tempat yang lebih rendah.	Pelaksana kurang hati- hati dalam berpijak dan memposisikan kaki.	Cidera ringan ataupun berat pada pelaksana, pelaksana berkurang, dan terlambatnya pengerjaan CI.	2	3	Gunakan perangkat menunjang untuk pijakan seperti tangga, gunakan alat perlindungan diri yang sesuai, utamakan keselamatan kerja, tidak tergesa-gesa dalam bekerja.	6	PR38
	50.	PR39	Ada benda yang tertinggal di dalam <i>combustion section</i> .	Pelaksana tidak mengecek secara detail setelah setiap pengerjaan pada CI.	<i>Part</i> rusak parah, <i>shutdown</i> lebih lama, dan kerugian besar bagi perusahaan.	3	5	Selalu lakukan koordinasi antar pelaksana, lakukan <i>check list</i> t barang pada <i>combustion section</i> , lakukan pemeriksaan setiap selesai sub pekerjaan, dan periksa semua peralatan dan <i>part</i> yang ada setelah sub pekerjaan.	15	PR39
	51.	PR40	Tangan atau kaki terjepit saat pemasangan part.	Kurangnya koordinasi dan kekompakan pada saat pemasangan part.	Cidera ringan ataupun berat pada pelaksana, pelaksana berkurang, terlambatnya pengerjaan CI.	2	3	Gunakan alat perlindungan diri yang sesuai dan selalu lakukan koordinasi saat bekerja.	6	PR40

KLASIFIKASI RISIKO	No.	KODE	RISIKO	KETERANGAN	DAMPAK	PENILAIAN		SOLUSI	NILAI RISIKO	KODE
						KEMUNGKINAN	KONSEKUENSI			
PROJECT RISK	52.	PR41	Pemasangan baut-baut kurang sempurna.	Pelaksana sengaja belum mengencangkan baut secara sempurna , setelah itu lupa untuk mengencangkan dengan benar.	Part tidak terpasang dengan baik, <i>part</i> bisa lepas, dapat merusak <i>part</i> yang lain, turbin gas rusak, dan kerugian bagi perusahaan.	2	4	Ketua regu seharusnya selalu mengingatkan pekerja untuk memeriksa kembali semua baut yang terpasang dan selalu berkoordinasi antar pelaksana.	8	PR41
	53.	PR42	Part yang lupa tidak terpasang.	Pelaksana tidak mengelompokkan part yang satu bagian, pengecekan dan prosedur yang kurang.	Part rusak parah, <i>shutdown</i> lebih lama, kerugian bagi perusahaan, dan turbin tidak bekerja sesuai spesifikasi.	2	5	Lakukan <i>check list</i> setiap part yang ada pada <i>combustion section</i> dan selalu berkoordinasi antar pelaksana.	10	PR42
EXTERNAL RISK	54.	ER1	Pergantian musim kemarau-hujan yang tidak menentu.	Terjadi hujan lebat saat pelaksanaan CI atau panas yang berlebih sehingga menghambat pengerjaan.	Kinerja pekerja menurun dan pengerjaan menjadi lebih lama.	2	3	Pasang terpal di area <i>combustion section</i> , sediakan minuman di area <i>combustion section</i> untuk yang kehausan karena cuaca panas atau dingin.	6	ER1
	56.	ER2	Pengiriman <i>sparepart</i> oleh <i>vendor</i> terlambat.	Sudah memesan <i>sparepart</i> untuk CI jauh hari tetapi barang belum sampai waktu pelaksanaan CI.	<i>Sparepart</i> lama dipasang kembali, turbin tidak menghasilkan daya sesuai spesifikasi.	2	4	Gunakan <i>vendor</i> yang terpercaya dan tepat waktu, berikan saksi pada <i>vendor</i> yang terlambat dalam pengiriman, dan gunakan waktu tambahan untuk berjaga-jaga agar jika terjadi keterlambatan masih bisa ditoleransi.	8	ER2
	57.	ER3	Terjadi gempa bumi.	Terjadi gempa bumi yang tergolong besar dan dapat membahayakan pekerja jika dilanjutkan.	Pekerjaan terhambat beberapa saat , membuat cidera pekerja , dan pekerjaan CI menjadi lebih lama.	2	3	Hentikan proses perawatan , lepas benda- benda berat diatas <i>combusiton section</i> , dan evakuasi pelaksana dari <i>plant</i> .	6	ER3
	58.	ER 4	Terjadi konsleting pada wearing di area combustion section sehingga terjadi percikan api atau bahkan kebakaran.	Kebakaran karena konsleting yang membahayakan pekerja, dan mengakibatkan listrik mati	Perbaikan jaringan listrik, pekerjaan pada malam hari terhenti, pekerjaan CI lebih lama, dan pekerja terluka.	2	4	Sediakan <i>hydrant</i> di dekat <i>combustion section</i> , matikan semua jalur listrik ke turbin, evakuasi pelaksana di tempat aman, dan panggil pemadam kebakaran.	8	ER 4
OPERATION RISK	59.	OR1	Daya turbin tidak sesuai spesifikasi.	Pada saat <i>running</i> daya turbin menurun.	Kerugian bagi perusahaan, dilakukan perawatan kembali.	2	4	Lakukan perawatan <i>combustion section</i> ulang dan lakukan pemeriksaan secara menyeluruh pada <i>combustion section</i> .	8	OR1
	60.	OR2	Turbin meledak.	Terjadi ledakan saat dilakukan running awal turbin.	Part rusak, dan <i>shutdown</i> menjadi lama.	3	5	Matikan semua jaringan listrik dari atau ke turbin dan evakuasi pelaksana ke tempat yang aman.	15	OR2
	61.	OR3	Kebocoran bahan bakar pada <i>line fuel</i> .	Terdapat resapan bahan bakar pada <i>line</i> turbin atau pada bagian bawah combustion section.	Kebakaran pada turbin , kerusakan part, dan kerugian bagi perusahaan.	3	5	Matikan turbin gas , periksa semua <i>line-line</i> bahan bakar, dan lakukan perawatan jika ditemukan kerusakan atau kebocoran.	15	OR3
	62.	OR4	Tekanan pada titik tertentu melonjak drastis.	Pada saat dilakukan pengecekan tekanan didapatkan tekanan berlebih saat turbin <i>running</i> .	Daya turbin menurun dan kerugian pada perusahaan.	2	4	Matikan turbin gas , periksa semua <i>line-line</i> bahan bakar, dan lakukan perawatan jika ditemukan kerusakan atau kebocoran.	8	OR4
	63.	OR5	Kebakaran pada turbin.	Muncul asap dan api saat awal turbin dijalankan.	Kerusakan part , kerusakan turbin, dan kerugian pada perusahaan.	1	5	Matikan turbin gas , putus semua jaringan listrik dari atau ke turbin gas, panggil pemadam kebakaran, dan evakuasi pekerja.	5	OR5
	64.	OR6	Bunyi bising yang tidak wajar melebihi tingkat normal turbin saat beroperasi.	Terdengar suara gemuruh yang melebihi batas normal operasi turbin.	Kerugian bagi perusahaan dan dilakukan <i>shutdown</i> kembali.	2	4	Matikan turbin gas , periksa turbine secara menyeluruh dengan, dan lakukan perawatan jika ditemukan hal yang tidak sesuai dengan kondisi yang benar.	8	OR6

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Boyce, Meherwan P. 2002. Gas Turbine Engineering Handbook Second Edition. Houston,Texas : Gulf Publishing Company.
- [2] Rogers, Cohen H dan Saravanamuttoo. 1987. Gas Turbine Theory 3rd edition. New York: Longman Scientific and Technical.
- [3] Bin Razali, Abd Ammar Ar-Rasyid. 2012. Turbine Section of Gas Turbine. Brunei Darusslam: Maktab Kejurureraan Jefri Bolkiah.
- [4] Efendi, Irwan. 2014. Teknik Perawatan Turbin Gas. Diambil dari: [www.academia.edu /11661983/Perawatan_Turbin_gas](http://www.academia.edu/11661983/Perawatan_Turbin_gas). (14 April 2016).
- [5] GE Energy. 2002. Manual Books for Gas Turbine MS-6001-B. Canada Regional: General Electric Company.
- [6] Setiawan, Angga. 2014. Perencanaan Prosedur Standar Breakdown Maintenance Pompa Banjir di Surabaya : Penggantian Impeller dan Bearing. Tugas Akhir. Jurusan Teknik Mesin. FTI-ITS. Surabaya.
- [7] Heerkens, Gary R. 2002. Project Management. New York : The McGraw-Hill Companies.
- [8] Biafore, Bonnie. 2013. Microsoft Project 2013 the Missing Manual. Cambridge : O'Reilly Media.
- [9] Heizer, Jay and Render, Barry. 2006. Operations Management 7 th Edition Book 1. New Jersey : Pearson Education Inc. Prentice Hall.
- [10] Soeharto, Iman. 2001. Manajemen Proyek Edisi 2. Jakarta: Penerbit Erlangga..
- [11] Chase, Richard B dan F. Robert Jacobs. 2006. Operations Management 11th Edition. New York : McGraw- Hill.
- [12] International Organization for Standardization. 2015. A Practical Guide ISO 31000 for SMEs. Switzerland : ISO Published.

- [13] FAO-EAF tool. 2012. Qualitative Risk Analysis (consequence x likelihood) . Diambil dari: <http://www.perseus-net.eu/site/content.php?artid=2204>. (26 Juli 2016).
- [14] Satuan Pengawasan Internal. 2014. Pedoman Penerapan Manajemen Risiko. Jakarta : Pembangunan Jaya Ancol.
- [15] Chantrapornchai, Sawangkokkrouk dan T.Leadprathom. 2013. Project Management Software: Allocation and Scheduling Aspects. Thailand : International Journal.
- [16] Dziadosz, Agnieszka dan Mariusz Rejment. 2015. Risk analysis in construction project - chosen methods. Poland : Science Direct.
- [17] Setiawan, Danny, Mandiyo Priyo, dan Anita Widianti. 2014. Analisis Percepatan Waktu Proyek dengan Tambahan Biaya yang Optimum. Yogyakarta: UMY

BIODATA PENULIS



Penulis lahirkan di Magetan, 23 Agustus 1992, merupakan anak ketiga dari tiga bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu, SDN 1 Kepolorejo, SMPN 4 Magetan, dan SMAN 2 Magetan. Pada tahun 2011 Penulis diterima di Program Studi D3 Teknik Mesin FTI – ITS dan terdaftar sebagai mahasiswa dengan NRP 2111 030 099. Konversi Energi merupakan bidang studi yang dipilih. Penulis terdaftar sebagai mahasiswa dengan NRP 2114105024 untuk jenjang S1 di Jurusan Teknik Mesin FTI-ITS dengan Lab. Sistem Manufaktur. Hal tersebut dipilih sebagai tempat untuk membantu dalam penulisan Tugas Akhir ini.

Selama duduk di bangku kuliah penulis aktif mengikuti kegiatan baik di bidang akademik maupun non akademik. Penulis juga pernah mengikuti berbagai kegiatan untuk menunjang *softskill*. Kegiatan yang pernah diikutinya antara lain : Pelatihan LKMM Pra TD. Pelatihan LKMM TD, Pelatihan Jurnalistik Dasar. Ketua Biro Keprofesian HMDM 2013-2014. Penulis juga pernah melaksanakan kerja Praktek di PT. IMPOMI Paiton selama satu bulan pada 01 Juli sampai 01 Agustus 2013 di *Maintenance Departement*, dan melaksanakan penelitian tugas akhir untuk jenjang S1 di PT. Petrokimia Gresik selama empat bulan pada bulan 14 Desember 2015 sampai 31 Maret 2016 di Departemen Utilitas. IPK tahap diploma 3,66 dan tahap sarjana 3,33.

E-mail : wahyuagus1992@gmail.com

No. HP : +62 821 583 444 01